



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación del comportamiento hidráulico de un reservorio elevado de 800M³
tipo cabecera, para el óptimo abastecimiento en la Urbanización Taboadita –
Bellavista - Callao, 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Sócrates Juan Rafaele Alaya (ORCID: 0000-0003-2297-559X)

ASESOR:

Mg. Leopoldo Choque Flores (ORCID: 0000-003-0914-7159)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS Y SANEAMIENTO

LIMA- PERÚ

2019

DEDICATORIA

Rafaele Alaya Socrates juan

Este trabajo se lo dedico **A DIOS TODOPODEROSO** quien es el motor de mi vida, por no haber dejado que me rinda en ningún momento e iluminarme para salir adelante, porque todo lo que tengo, lo puedo y lo que recibo es regalo que él me ha dado.

Con todo mi cariño y mi amor para mis padres: **MARCELINO** y **ISABEL**, y a mi hijo **JUAN DIEGO**, que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños y metas, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.

A mis **HERMANOS**, quienes con su amor, apoyo incondicional y comprensión, estuvieron siempre a lo largo de mi vida.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Cesar Vallejo, nuestra alma mater, por la formación profesional durante la permanencia en sus aulas.

La culminación de mi tesis, no hubiera sido posible sin el apoyo y colaboración constante de las siguientes personas, para quienes hacemos público vuestro agradecimiento.

Al Ing. Leopoldo Choque Flores, por su tiempo, paciencia y correcciones, sin su apoyo, no hubiera sido posible la culminación de mi trabajo de Investigación.

A los docentes, por sus valiosas enseñanzas, sugerencias y aportes para mejorar el contenido de mi tesis.

Página del Jurado

Declaratoria de Autenticidad

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Socrates Juan Rafaele Alaya, con DNI 10682698, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, 12 Julio del 2020.



Socrates J. Rafaele Alaya

DNI: 10682698

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada "Evaluación del comportamiento hidráulico de un reservorio elevado de 800m^3 tipo cabecera, para el óptimo abastecimiento en la urbanización Taboadita – Bellavista - Callao, 2019", la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil.



.....
Socrates J. Rafaele Alaya
DNI: 10682698

ÍNDICE

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de Autenticidad	v
Presentación.....	vi
Índice	vii
Índice de Tablas.....	x
Índice de Figuras	xi
Resumen	xii
Abstract.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	16
2.1. Diseño de Investigación.....	16
2.1.1. Tipo de investigación.....	16
2.1.2. Nivel de investigación	16
2.1.3. Diseño de Investigación.....	16
2.2. Variables, operacionalización.....	17
2.2.1. Comportamiento Hidráulico	17
2.3. Población y muestra.....	19
2.3.1. Población	19
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	19
2.4.1. Técnicas	19
2.4.2. Instrumentos	19
2.4.3. Validez.....	20
2.4.4. Confiabilidad del Instrumento	20
2.5. Métodos de análisis de datos	20
2.6. Aspectos Éticos	20
III. RESULTADOS	21
3.1. Localización del reservorio	21
3.2. Parámetros de diseño y volumen del reservorio.....	21

3.3. Componentes del sistema de bombeo.....	24
3.4. Capacidad de estación de bombeo.....	25
3.5. Tipos de abastecimiento	25
3.6. Análisis hidráulico.....	27
3.6.1. Caudalimetro	27
3.6.2. Telemetria.....	29
3.7. Optimo abastecimiento.....	30
3.8. Análisis del comportamiento en el programa Watercad.....	31
3.8.1. Topografía	31
3.8.2. Red de distribución.....	33
3.8.3. Áreas de influencia de cada tramo.....	34
3.8.4. Caudal unitario	35
3.8.5. Rugosidad de tuberías.....	36
3.8.6. Modelo hidráulico en el programa Watercad	37
3.8.7. Resultados modelos Watercad.....	38
3.9. Cálculo de caudal de demanda	41
3.9.1. Cálculo de caudal de demanda y del volumen del reservorio(Telemetria)	42
3.9.2. Cálculo de caudal promedio diario	44
3.10. Cálculo de volumen del reservorio.....	44
3.10.1. Cálculo de volumen para incendio	44
3.11. Volumen de regulación.....	46
3.11.1. Volumen total	46
3.12. Parámetros, tasa de crecimiento y densidad.....	47
3.12.1. Cálculo poblacional futuro	47
IV DISCUSIONES	51
V. CONCLUSIONES	53
VI. RECOMENDACIONES	54
REFERENCIAS	55
ANEXOS	58
Matriz de consistencia	59
Acta de Aprobación de Originalidad de tesis	109
Pantallazo del software Turnitin	110
Autorización para la Publicación de la Tesis.....	111

Autorización de la Versión final del trabajo de Investigación	112
---	-----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	18
Tabla 2. Periodo de diseño de infraestructura sanitaria.....	22
Tabla 3. Caudal de salida, día que se reporta mayor caudal horario	35
Tabla 4. De valores usados de C.....	36
Tabla 5. Tabla de tuberías.....	40
Tabla 6. Tabla de altura vs volumen de reservorio.....	42
Tabla 7. Tabla de volumen m3 y Caudal l/s del reservorio	43
Tabla 8. Datos de cálculo poblacional.....	47
Tabla 9. Cálculo poblacional al año 2,040	48
Tabla 10. Conexiones existentes por categoría	49
Tabla 11. Parámetros de diseño: %perdidas, % micro medición	49
Tabla 12. Información de consumos percapita por conexión.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sector de distribución del servicio del reservorio	2
Figura 2. Cúpula	7
Figura 3. Viga de anillo superior	8
Figura 4. Pared cilíndrica.....	8
Figura 5. Viga inferior	9
Figura 6. Losa de fondo cónico	9
Figura 7. Viga de fondo.....	10
Figura 8. Tanque elevado	10
Figura 9. Reservorio de Agua.....	11
Figura 10. Localización del reservorio elevado de 800 m ³ - Urb Taboadita, Callao	21
Figura 11. Dimensiones del depósito de almacenamiento	23
Figura 12. Caseta de Bombeo - Urb Taboadita, Callao.....	24
Figura 13. Medición en el caudalímetro	28
Figura 14. Total Acumulado de volumen diario.....	28
Figura 15. Telemetría del reservorio	29
Figura 16. Toma de mediciones del horómetro	30
Figura 17. Plano topográfico insertado en una imagen satelital.....	31
Figura 18. Plano topográfico de la zona que abastece el reservorio.....	32
Figura 19. Redes primarias y secundarias de abastecimiento de agua	33
Figura 20. Polígono de Thiessen, representación del área de influencia.....	34
Figura 21. Redes de distribución de agua.....	37
Figura 22. Zona crítica donde la presión resulta ser 0.....	39
Figura 23. Mercado Popular El Pacífico	45
Figura 24. Gráfico para calcular caudal y volumen contra incendio.....	45
Figura 25. Gráfico volumen de regulación.....	46

RESUMEN

La presente investigación cuyo título es: Evaluación del comportamiento hidráulico de un reservorio elevado de 800m^3 tipo cabecera para el óptimo abastecimiento en la urbanización Taboadita – Bellavista - Callao, 2019, tiene como problema general ¿Cómo la evaluación del comportamiento hidráulico de un reservorio elevado de 800m^3 tipo cabecera conlleva a realizar un mejor servicio de abastecimiento de agua potable, tanto en volumen de almacenamiento como también presiones necesarias, en la urbanización Taboadita – Bellavista - Callao 2019?, y su objetivo general es Evaluar el comportamiento hidráulico de un reservorio elevado de 800 m^3 tipo cabecera para brindar un mejor servicio de abastecimiento de agua potable en la urbanización Taboadita – Bellavista - Callao, 2019. Se utilizó el tipo de investigación, aplicado descriptivo experimental, con el método de investigación cuantitativo, siendo el diseño de investigación experimental. La población investigada lo conforma el total de usuarios que son 19,530 habitantes que abastece diariamente el reservorio elevado de 800m^3 tipo cabecera en la urbanización Taboadita – Callao.

Se tiene como conclusiones: el volumen del reservorio es suficiente para abastecer a la población, el caudal del reservorio es suficiente para el abastecimiento de agua para la población, con el programa del watercad, se ha obtenido que en todos los nodos la presión hidráulica es mayor a 5m. Comprobándose que la altura útil del reservorio asegura el servicio de abastecimiento de agua potable en la urbanización y se comprobó que el rendimiento del reservorio elevado asegura el óptimo servicio de abastecimiento de agua potable en la parte baja de la urbanización y en la zona crítica, en la esquina superior derecha, hay nodos donde la presión es 5, esto quiere decir que el agua llega, pero con condiciones un poco más críticas podría no llegar.

Palabras clave: Comportamiento hidráulico, reservorio elevado tipo cabecera, evaluación.

ABSTRACT

The present investigation whose title is: Evaluation of the hydraulic behavior of an elevated reservoir of 800m³ header type for the optimal supply in the urbanization Taboadita - Bellavista - Callao, 2019, has as a general problem How does the evaluation of the hydraulic behavior of an elevated reservoir of 800m³ header type leads to a better drinking water supply service, both in storage volume as well as necessary pressures, in the urbanization Taboadita - Bellavista - Callao 2019 ?, and its general objective is to evaluate the hydraulic behavior of a high reservoir of 800 m³ type header to provide a better drinking water supply service in the urbanization Taboadita - Bellavista - Callao, 2019.

The type of research, applied experimental descriptive, was used with the quantitative research method, the design of experimental research being. The investigated population is made up of the total number of users that are 19,530 inhabitants who daily supplies the 800m³ elevated reservoir type headland in the Taboadita - Callao urbanization.

It has as conclusions: the volume of the reservoir is sufficient to supply the population, the flow of the reservoir is sufficient for the water supply for the population, with the watercad program, it has been obtained that in all the nodes the hydraulic pressure is greater than 5m. Checking that the useful height of the reservoir ensures the drinking water supply service in the urbanization and it was found that the high reservoir performance ensures the optimal service of drinking water supply in the lower part of the urbanization and in the critical area, in In the upper right corner, there are nodes where the pressure is 5, this means that the water arrives, but with slightly more critical conditions it may not arrive.

Keywords: Hydraulic behavior, high header type reservoir, evaluation.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente a nivel mundial la humanidad enfrenta en varios sectores de la tierra carencia del recurso vital que es el agua, por problemas del calentamiento global y los cambios climatológicos que se dan con frecuencia. Este fenómeno natural que de alguna manera la humanidad a causado este desequilibrio se convierte en un aspecto fundamental para que los diversos países tomen acciones para evitar el desabastecimiento de agua.

Según la ONU (2017), el incremento de muerte de niños se ha incrementado, quienes son los más afectados por la carencia de este recurso vital.

Esta situación problemática constituye una necesidad imperiosa de cumplir con el abastecimiento hídrico a los pobladores tratando de minimizar los recursos, siendo una alternativa los reservorios elevados ya que por su característica permite reducir costos ya que se aprovecha la altura para que el agua sea trasladada por gravedad y pueda abastecer a la población. Por el mismo de ser útil para brindar este servicio vital las condiciones constructivas de estos depósitos de agua elevados tienen que estar alineadas a las normas vigentes con fines de mantener en condiciones apropiadas el servicio.

En el Perú este tipo de reservorios son utilizados en diversas zonas ya que se busca mejorar el nivel de abastecimiento, así como el ahorro de energía y costo de bombeo y por su gran altura asegura la provisión de agua evitando contaminantes externos (Huamaní, Hans, 2015, p. 11)

En ese sentido, se precisa de reservorios de agua que son fundamentales para que la población tenga el beneficio hídrico y se pueda abastecer a todo el poblado considerando el servicio permanente sin racionamiento por ser vital para la salud de los habitantes del poblado. El uso de este medio de almacenamiento permite que se tenga el servicio de manera continua y al mismo tiempo favorece ya que el agua llegará con la presión necesaria como para hacer uso del servicio sin dificultades y evitando recolectar en recipientes para el uso domiciliario.

En la urbanización Taboadita se tiene el requerimiento hídrico ya que es importante dado que es preciso evaluar el reservorio existente para brindar mejor el servicio a la comunidad en función de las características del reservorio sean hidráulicas, de tal manera que se logre aprovechar al máximo la capacidad de abastecimiento que tiene el reservorio en beneficio de los usuarios y al mismo tiempo evaluar ante mayor presión de agua el comportamiento

Se puede observar los sectores que abastece el reservorio en la urbanización Taboadita. Es preciso para ello hacer un estudio técnico del reservorio con fines de asegurar la situación real en la que el reservorio se encuentra debido a que su operatividad permitirá un servicio permanente acorde a las necesidades de la población, por lo que el análisis hidráulico y constructivo es importante para sobre esa base se defina posteriormente la mejora en la atención a la población con el abastecimiento hídrico a la población de Taboadita.

De acuerdo a los trabajos previos realizados por otros investigadores, a nivel internacional se tienen investigaciones respecto al comportamiento hidráulico de reservorios:

Herrera y Martínez (2019). Diseño hidráulico de un tanque para el abastecimiento de agua. Se decidió efectuar el diseño hidráulico de un tanque elevado de regulación de un comportamiento y su tanque de succión, dentro de la normativa que se tiene vigente adicionalmente proponiendo mejora la red de distribución, tal que integralmente tiene la posibilidad de brindar el servicio de demanda máxima de 3 días. En la documentación de halla el cálculo hecho al suelo, de tal manera que se tiene la información integral, con la evaluación a través del método Delphi.

Mena, Cruz, Hernánde y Rivero (2015). En su artículo referido a tanques, la carencia del recurso hídrico constituye un inconveniente serio en el servicio hídrico en el país Azteca, país en el cual la red hídrica tiene a operar de manera intermitente. La deficiencia habida, tiene relación con otros aspectos importantes, ya que la tugurización en los pueblos marginales son factores por lo que no se hace un debido control de las instalaciones siendo otro causal los cortes de electricidad que sufre la población. En tal sentido se realizó una evaluación de las instalaciones considerando la operatividad dentro de los rangos horarios incluyendo el factor económico. Se concluye que la manera cómo funcionan los dispositivos de almacenamiento del recurso hídrico es inadecuado debido a que no se cumplen con las pautas dadas para su correcto funcionamiento, causando dificultades debido a que si hay un funcionamiento mayor se detienen dejando de abastecer la zona. Al efectuar acciones correctivas para obtener un mayor beneficio en cuanto a servicio se lograría un aumento de 73%, beneficiando a la población y dejando de invertir recursos en renovación de la infraestructura existente.

Pastillo (2014), en su tesis respecto a tanques rectangulares, para profesionalizarse como Ingeniero Civil en la Universidad Central de Ecuador, la motivación fue considerar definición, análisis, diseño, justificación técnica y valoración, con el nivel de detalle

correspondiente a un proyecto de fin de carrera, de un sistema de depósitos enterrado y elevado con recirculación y bombeo para el almacenamiento de agua para el Laboratorio de Hidrología.

Gouhei, Toshiyuki, Héroux, Nakane, Kanazawa, Takeda, Numata, Nakano and Hirose (2019). En el artículo científico mencionaron que un sistema informático de reservorio consiste en un reservorio para mapear entradas en un espacio de alta dimensión y una lectura para el análisis de patrones de los estados de alta dimensión en el reservorio. Otra ventaja es que el depósito sin actualización adaptativa es apto para la implementación de hardware utilizando una variedad de sistemas físicos, sustratos y dispositivos. De hecho, dicha informática de yacimientos físicos ha atraído una atención creciente en diversos campos de investigación. Mediante este estudio se busca brindar una visión integral de los avances recientes en la computación del reservorio físico clasificándolos de acuerdo con el tipo de reservorio. Discutimos los problemas actuales y las perspectivas relacionadas con la informática de yacimientos físicos, a fin de ampliar aún más sus aplicaciones prácticas y desarrollar sistemas de aprendizaje automático de próxima generación.

Enel, Procyk and Dominey (2016). En su artículo científico precisaron que el modelo de reservorio inherentemente mostró una forma dinámica de selectividad mixta a la representación del contexto conductual en el tiempo. La representación precodificada del contexto se amplificó mediante el entrenamiento de una neurona de retroalimentación para representar explícitamente este contexto, reproduciendo así el efecto del aprendizaje y permitiendo que el modelo funcione de manera más robusta. Esta segunda versión del modelo demuestra cómo un régimen dinámico híbrido que combina el procesamiento espacio-temporal de los reservorios y la dinámica de atracción impulsada por la entrada generada por la neurona de retroalimentación, puede usarse para resolver una tarea cognitiva compleja. Comparamos la actividad del reservorio con la actividad neural de la corteza cingulada anterior dorsal de los monos que reveló una dinámica de red similar.

Dixitkumar (2016). En su artículo, considera que los tanques de agua elevados son una de las estructuras importantes e indispensables en el momento del terremoto y especialmente después del terremoto. Durante el pasado estudio de muchas fallas de ESR. Por esta razón, en relación con el terremoto. El comportamiento de los tanques de almacenamiento ha atraído la atención de muchos investigadores. El análisis del enfoque actual no considera el comportamiento del suelo debajo de la estructura que se conoce como

SSI. Qué casos afectan significativamente a EVT durante el tiempo de terremoto. El objetivo principal del estudio es el comportamiento de EVT en diferentes tipos de condiciones en capas del suelo mediante el uso del software FEANSYS para obtener el resultado de diferentes patrones de estrés y deformación y estrés de Von-Mises y los resultados serán comparados. Teniendo en cuenta el parámetro del sistema de estadificación para EVT y diferentes condiciones de llenado (vacío, medio, completo) y cinco Tipos de suelo En el sistema de capas, se coloca un suelo más blando (tipo-1) simplemente sople los cimientos y luego el suelo tipo-2, tipo-3, tipo-4 es el suelo medio y el tipo de suelo 5 se colocan en el fondo y se han utilizado en RC EVT.

Verduzco, Garatuza y Díaz (2015). En su artículo científico consideró que la incorporación de la simulación hidráulica, a través de Pipelinenet respecto a ArcGis, otorga detalles respecto a la situación y riesgos de la red de agua potable, tomando en cuenta el comportamiento espacial, la que brinda las bondades de la red según el lugar donde se encuentra. Así da facilidades para la evaluación multicriterio, tomando en cuenta los factores endógenos y exógenos de las tuberías, consideradas por las autoridades responsables de la operatividad.

Bravo (2017), en su estudio respecto a la red hidráulica su propósito fue analizar la actual situación que presenta en el servicio hídrico de la parroquia El Retiro; y poder plantear soluciones adecuadas, logrando que toda la comunidad pueda abastecerse de este líquido vital, por eso es importante aplicar la modelación hidráulica en la red de distribución de agua existente; en el programa se ingresa la información tomada en el campo, que servirá para darnos a conocer las falencias que presenta este proyecto. Para conocer el consumo de agua que mantiene la población en un día, se realizó trabajo de campo, que consiste en la toma de lecturas del tanque elevado, es decir, ver a cada hora cuál es la altura que tiene el tanque elevado cuando la comunidad consume el agua; y con ello obtener el área, volumen y caudal por hora.

Coral y Fernández (2018), en su estudio de un tanque elevado de 2000m^3 , para el modelo dinámico de interacción del líquido con la estructura se dio uso del método G.W.Housner. A través de este se divide en Masa Impulsiva y Masa Convectiva. Para realizar esta labor se hizo uso del programa SAP2000 Versión 18.

Terneus y Jiménez (2019). En su estudio respecto a agua y energía, en dicho documento se hace establece el vínculo entre dichos fluidos, tomando en cuenta la

evaluación del flujo hídrico del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair. Es importante el estudio ya que el uso para el consumo del agua reducirá el caudal de ingreso al túnel de conducción, definiendo la generación eléctrica. El estudio hace uso de data bibliográfica. Concluyen resaltando que en Chalpi Grande y las fases siguientes de ríos orientales; y los proyectos de riego Cayambe-Pedro Moncayo y de agua potable Pesillo-Imbabura causarían afección en 11 % y con ello su producción de energía, evidenciando la importancia de los recursos.

Según las evidencias nacionales de investigaciones tenemos:

Julca (2017), en su tesis respecto al reservorio elevado, su objetivo fue comparar el comportamiento de estos reservorios mediante dos normas internacionales. El estudio es descriptivo comparado en el que se evaluó a 3 reservorios elevados con la normativa vigente. Según lo que se obtuvo según la realidad del Perú se tiene que a través de la norma norteamericana su comportamiento fue mejor que el de la norma neozelandesa.

Ocampo y Pérez (2017). En el estudio del estímulo hidráulico del recurso vital de agua, se efectuó el estudio bibliográfico integral. Plantean los autores lo siguiente: 1) estudio hídrico relacionado con cantidad y calidad y 2) Causales telúricos relacionados con el primero. Se concluye que existen debilidades en cuanto al manejo informativo numérico del caso.

Alayo y Espinoza (2016), en la tesis sobre la simulación hidráulica con Watercad en red de agua, su objetivo fue simularla con el programa indicado para consolidar la red de agua urbana. La tesis es aplicada y experimental. En conclusión se logró presiones de 10 mca y 50 mca, con lo que se comprobó el funcionamiento idóneo de lo diseñado.

Oliva (2018), en la tesis sobre diseño hidráulico de red de agua potable, su objetivo fue beneficiar a los pobladores de la localidad con el servicio de agua por la carencia que tienen. El método utilizado fue inductivo y descriptivo. El diseño se realizó con Watercad, concluyendo con la mejora de la distribución de la red para el beneficio de los pobladores de la localidad, de tal manera que tengan agua en sus propias viviendas y eviten como antes ir a puntos de captación como fue anteriormente.

Respecto a la teoría relacionada con el comportamiento hidráulico de un reservorio se tiene que:

Según Quezada y Salinas (2014), “Es un sistema estructural referido al servicio de líquidos; en red de abastecimiento orientado para otros sistemas, siendo aquellas de impulsión y de distribución, su uso se da según la realidad de los líquidos presentes, considerando la cantidad disponible y localización así como el material requerido en construcción” (p. 16).

Chacaltana, Franco y Reyes (2011), manifiestan que un reservorio es un sistema estructural respecto al servicio de líquidos que integra una red de abastecimiento que implica también las redes de impulsión y de distribución”

Es preciso considerar que estos se dividen según los líquidos y su aplicación, cantidad y localización.

Lazo (2015), resalta:

Los reservorios sirven para almacenar líquidos, con fines de garantizar el servicio hídrico y asegurar el consumo en diversos horarios de acuerdo a la cantidad de líquido que se almacena, tanto como la programación del mantenimiento, para operación y de emergencia. Estos deben asegurar el hermetismo. (p. 29)

Respecto a lo que conforma un reservorio Quezada y Salinas (2014) consideran lo siguiente:

Linterna de iluminación: Su diseño considera cargas a compresión y se verificará la carga de colapso.

Cúpula: Se evaluará, con la Teoría de Membranas, los esfuerzos dados en la cúpula con su peso propio, la carga de la linterna de iluminación, la sobrecarga, tanto como efectos de flexión dados en el apoyo.

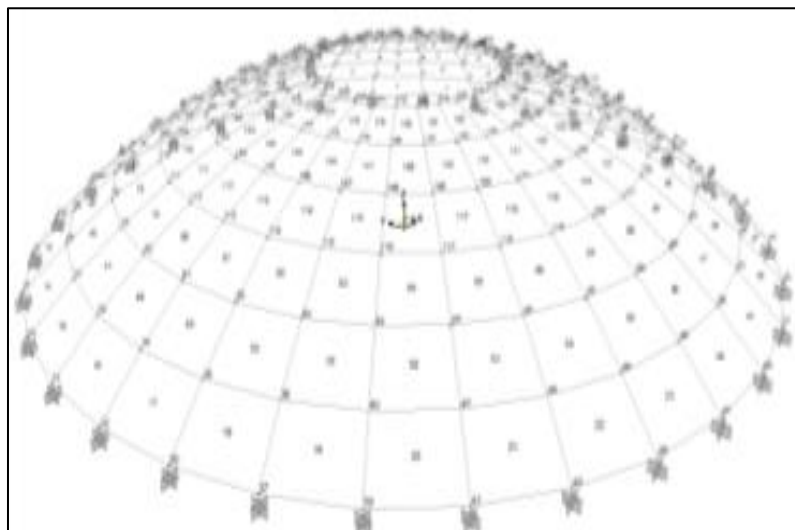


Figura 2. Cúpula
Fuente: Quezada y Salinas (2014)

Viga de anillo superior: Se comprueba esfuerzos de tracción en el concreto de la estructura.

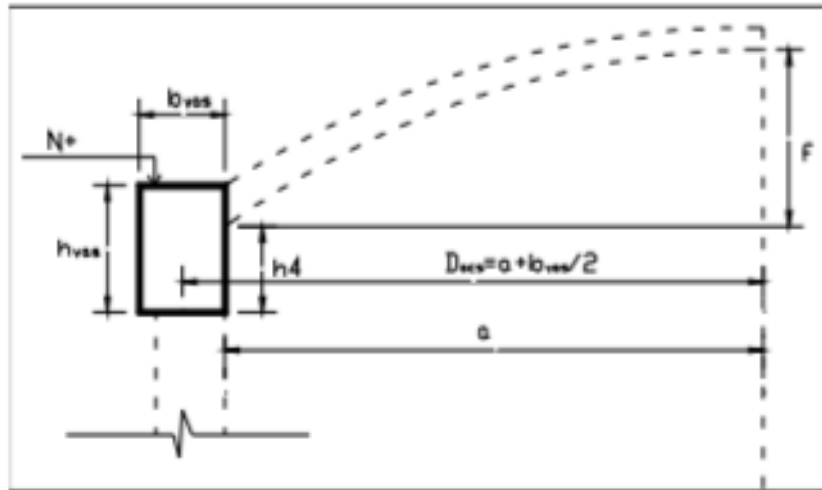


Figura 3. Viga de anillo superior
Fuente: Quezada y Salinas (2014)

Pared cilíndrica: Soporta la presión del líquido contenido, con resistencia de $f'_c = 350$ kg/cm²

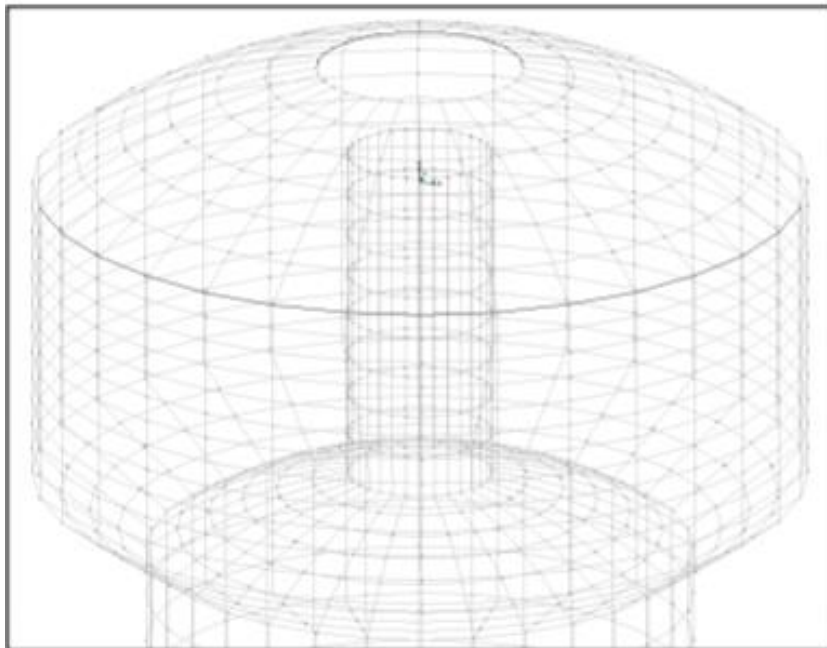


Figura 4. Pared cilíndrica
Fuente: Quezada y Salinas (2014)

Viga inferior: Deberá tener una resistencia mínima de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$

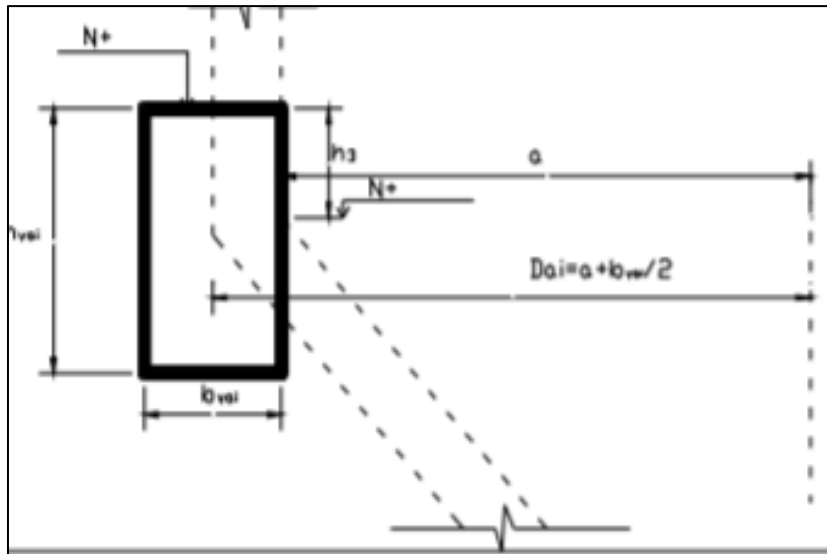


Figura 5. Viga inferior
Fuente: Quezada y Salinas (2014)

Losa de fondo: Se considerará una resistencia mínima de $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$.

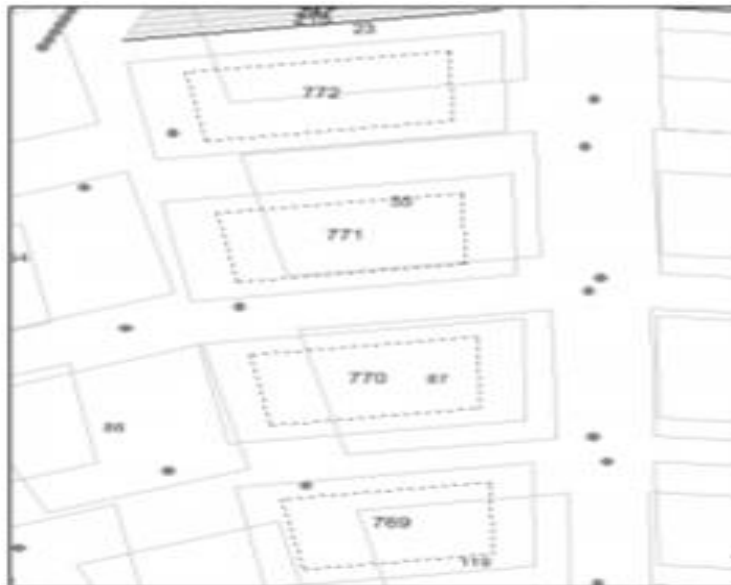


Figura 6. Losa de fondo cónico
Fuente: Quezada y Salinas (2014)

Chimenea de acceso: Se efectúa por flexión, verificando por la esbeltez y por pandeo.

Anillo circular de fondo de chimenea: Se diseña determinando la carga de colapso.

Viga de fondo: Es la encargada de absorber las componentes horizontales ya sea de tracción o compresión.

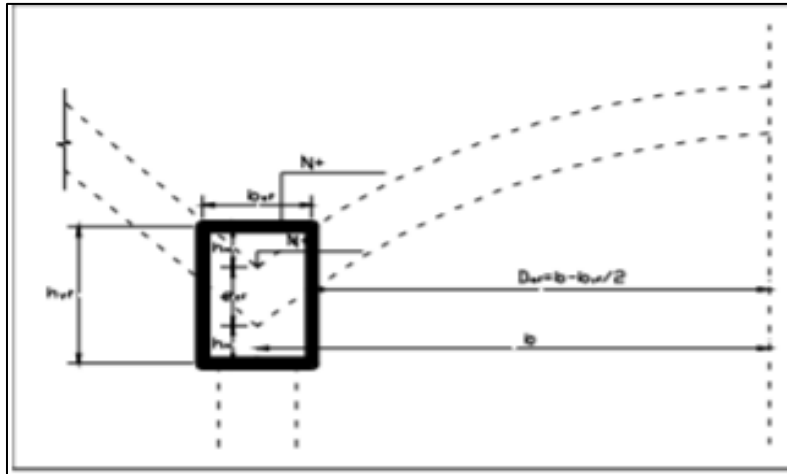


Figura 7. Viga de fondo
Fuente: Quezada y Salinas (2014)

Fuste: Se le aplican las cargas muertas y vivas de todos los elementos antes mencionados diseñándose por cargas de tracción y compresión.

Se precisa de resistencia de concreto mínima de $f'c=245 \text{ Kg/cm}^2$.

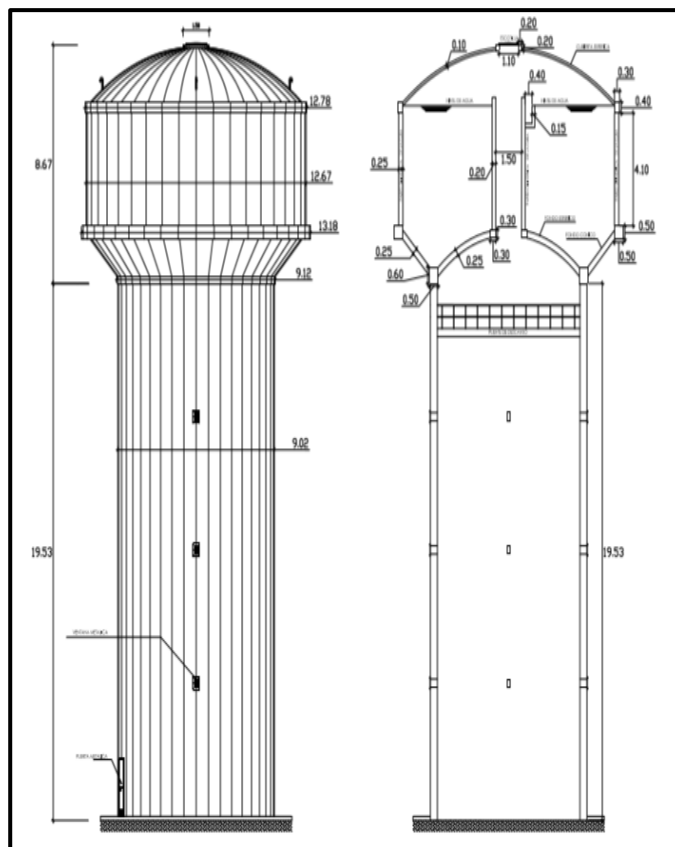
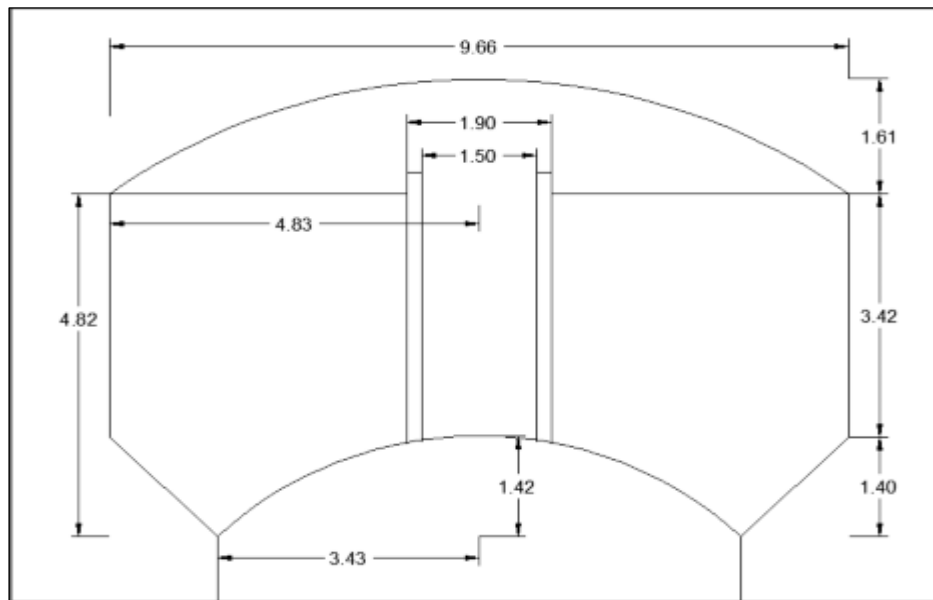


Figura 8. Tanque elevado
Fuente: Quezada y Salinas (2014)

Reservorio de Agua: Es importante en el caso de abastecer con agua potable porque permite que se tenga líquido disponible para el abastecimiento a la población así se asegura el servicio con buena presión con buenas instalaciones realizadas en la red.



Fuente: Quezada y Salinas (2014)

Figura 9. Reservorio de Agua

Respecto a la determinación del volumen de regulación, deben asegurar la mayor demanda dadas en el eso para satisfacer el servicio durante el día con buena presión para un buen servicio.

La función principal es que regulan el consumo de agua si hay baja o alta presión de tal manera que el servicio sea constante, para ello se mide con el método empírico.

Si son con bombeo, el promedio regulado debe ser en 20 a 25% del caudal promedio diario.

Se calcula el volumen mediante la fórmula:

$$V_r = C.Q_m.$$

V_r = Volumen de regulación en m^3 .

C = Coeficiente de regulación 0,20 – 0,25.

Q_m = Consumo promedio diario anual en m^3 .

En el estudio de los reservorios, deberán evaluarse al menos 3 estados de carga, conocer cargas gravitacionales e hidrostática (CF) y la carga de sismo (CS).

Si el reservorio está saturado de agua, existe como tal presión hidrostática en el tanque contenedor y se pueden calcular proporcionalmente con la profundidad y con el peso específico del agua contenida.

Las ventajas de un tanque elevado son:

- Se cuenta con agua en el tanque para abastecer en caso se corte el servicio.
- El sistema es automático y funcionan si el nivel es mínimo.
- El mantenimiento es sencillo
- El control de presión es sencillo
- a) Tiene una reserva de agua elevada continua, asegurando el servicio.
- b) Las presiones se dan según altura desde el tanque elevado al uso en particular.
- c) Se va creando lama en el fondo y paredes del recipiente.
- d) Si este es metálico con el tiempo comienza a oxidarse lo que puede provocar que las personas que ingieren esta agua se enfermen por lo tanto se debe dar mantenimiento preventivo de estos según sea indicado.

Bhardwaj, (2001), Reservoirs, Towers, and Tanks, considera que un sistema de distribución de agua transporta agua desde la instalación de tratamiento hasta el usuario. El sistema de distribución debe suministrar agua, sin deteriorando su calidad, en cantidades adecuadas y a presiones suficientes para cumplir con el sistema requisitos Las instalaciones que conforman el sistema de distribución incluyen almacenamiento de agua terminada; bombeo, suministro de tuberías de transmisión y distribución red eléctrica; y válvulas. (p. 1)

Lazo (2015), menciona que de acuerdo al RNE, el volumen de un reservorio se conforma por:

- a) **Volumen de regulación:** Es calculado con el diagrama de masa según las fluctuaciones de la demanda
- b) **Volumen contra Incendio:** Según se considera en demandas contra incendio, se precisa de un volumen mínimo extra.

e) **Volumen de Reserva:** De ser el caso, se justificará el volumen adicional de reserva.
(p.40)

Respecto a la formulación del problema

Se tiene como problema general:

¿En qué medida la evaluación del comportamiento hidráulico de un reservorio elevado de 800 m³ tipo cabecera, realiza un óptimo abastecimiento de agua potable, tanto en volumen de almacenamiento y presión, en la urbanización Taboadita – Callao, 2019?

Se considera como problemas específicos:

Problema específico 1

¿En qué medida la prueba de aforo del reservorio elevado de 800 m³ tipo cabecera asegura el óptimo abastecimiento de agua potable en la urbanización Taboadita – Callao, 2019?

Problema específico 2

¿En qué medida el caudal del reservorio elevado de 800 m³ tipo cabecera asegura el óptimo abastecimiento de agua potable en la urbanización Taboadita – Callao, 2019?

Problema específico 3

¿En qué medida la altura útil del reservorio elevado de 800 m³ tipo cabecera asegura el óptimo servicio de abastecimiento de agua potable en la urbanización Taboadita – Callao, 2019?

Problema específico 4

¿Cómo el rendimiento del reservorio elevado de 800 m³ tipo cabecera asegura el óptimo servicio de abastecimiento de agua potable en la urbanización Taboadita – Callao, 2019?

Respecto a la justificación de la investigación se consideró los siguientes aspectos:

Aspecto económico:

El agua es importante en la vida del ser humano para conservar la salubridad en la salud y evitar diversas enfermedades, así como para la hidratación del ser humano en su vida cotidiana ya que es vital para el buen funcionamiento orgánico de la persona. Esto asegura la buena salud de las personas en especial a los niños y adulto mayor que son más vulnerables.

Aspecto social:

La evaluación hidráulica de un reservorio permite que el servicio asegure de manera permanente contar con el líquido vital en el poblado, por lo que el uso de un reservorio asegura el servicio constante en la urbanización Taboadita.

Aspecto cultural:

Es importante debido a que la buena cultura de la población respecto al consumo de agua permitirá hacer uso racional del servicio para garantizar el servicio permanente. Por ello es relevante la Evaluación del comportamiento Hidráulico de un Reservorio elevado como alternativa de solución, para mejorar la eficiencia de servicio en la urbanización Taboadita.

Al mencionar la hipótesis se tiene como hipótesis general:

Si se realiza la evaluación del comportamiento hidráulico de un reservorio elevado de 800 m³ tipo cabecera, para asegurar el servicio de agua y favorecerá al mejoramiento de la calidad de vida en la urbanización Taboadita – Callao, 2019.

Las hipótesis específicas son:

Hipótesis específica 1

La prueba de aforo del reservorio elevado de 800 m³ tipo cabecera asegura el óptimo abastecimiento de agua potable en la urbanización Taboadita – Callao, 2019

Hipótesis específica 2

El caudal del reservorio elevado de 800 m³ tipo cabecera asegura el óptimo abastecimiento de agua potable en la urbanización Taboadita – Callao, 2019

Hipótesis específica 3

La altura útil del reservorio elevado de 800 m³ tipo cabecera asegura el óptimo servicio de abastecimiento de agua potable en la urbanización Taboadita – Callao, 2019

Hipótesis específica 4

El rendimiento del reservorio elevado de 800 m³ tipo cabecera asegura el óptimo servicio de abastecimiento de agua potable en la urbanización Taboadita – Callao, 2019

En lo referente a los objetivos se tiene como objetivo general:

Evaluar el comportamiento hidráulico de un reservorio elevado de 800 m³ tipo cabecera para brindar un mejor servicio de abastecimiento de agua potable en la urbanización Taboadita – Callao, 2019.

Los objetivos específicos son:

Objetivo específico 1

Evaluar en qué medida la prueba de aforo del reservorio elevado de 800 m³ tipo cabecera asegura el óptimo abastecimiento de agua potable en la urbanización Taboadita – Callao, 2019.

Objetivo específico 2

Evaluar si el caudal del reservorio elevado de 800 m³ tipo cabecera asegura el óptimo abastecimiento de agua potable en la urbanización Taboadita – Callao, 2019

Objetivo específico 3

Evaluar si la altura útil del reservorio elevado de 800 m³ tipo cabecera asegura el óptimo servicio de abastecimiento de agua potable en la urbanización Taboadita – Callao, 2019.

Objetivo específico 4

Evaluar en qué medida el rendimiento del reservorio elevado de 800 m³ tipo cabecera asegura el óptimo servicio de abastecimiento de agua potable en la urbanización Taboadita – Callao, 2019

II. MÉTODO

2.1 Diseño de Investigación

2.1.1 Tipo de investigación

El estudio es descriptivo y aplicada. Al respecto Tamayo y Tamayo (2003) manifiesta que “la investigación descriptiva se basa en hechos y su característica con interpretación precisa” (p. 54).

Arbaiza (2014), indica que “se logra información precisa y al mismo tiempo lograr evidencia; consiste en definir estrategias que oriente a lograr encontrar datos para la investigación”. (p. 123)

Según Valderrama (2015), “Es aplicada ya que se puede resolver problemas de forma sencilla según lo logros alcanzados” (p. 49).

En ese sentido se describió el comportamiento hidráulico de un reservorio elevado tipo cabecera que permita mejorar el almacenamiento y regular el volumen y presión y por tanto un mejor abastecimiento a la Urb. Taboadita - Callao.

2.1.2 Nivel de investigación

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), “Un estudio descriptivo busca especificar propiedades de entidades o grupos sometida a análisis” (p.60).

El presente proyecto es descriptivo ya que se precisa la situación hidráulica del reservorio tipo cabecera para el abastecimiento de agua potable, considerando:

1. Medición del voltaje
2. Medición del amperaje
3. Medición de la presión del manómetro
4. Medición del caudal (al ingresar y salir el fluido en estudio de la red de distribución)
5. Telemetría

2.1.3 Diseño de Investigación

Hernández et al. (2014, p.149) consideran: “Es no experimental transversal en la medida que se hace sin manipulación de variables” (p.149).

En este caso no se manipula la variable, se avalúa su comportamiento que asegure el servicio hídrico.

2.2 Variables, operacionalización

2.2.1 Comportamiento hidráulico

Según la Organización Panamericana de la Salud (2005):

Se hacer la prueba de impermeabilidad, llenando el tanque, si no hay filtraciones se hace la descarga y enlucirlo. Si no resulta adecuada, se vuelve a realizar previo resanado las veces requeridas para lograr su impermeabilidad de la cuba”. (p.20)

2.2.2 Óptimo abastecimiento

El servicio de agua potable se da sin interrupciones (Sedapal).

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
V.I. Comportamiento hidráulico	Según la Organización Panamericana de la Salud (2005): Antes de procederse al enlucido interior, la cuba será sometida a la prueba hidráulica para constatar la impermeabilidad, será llenado con agua hasta su nivel máximo por un lapso de 24 horas como mínimo. En caso que no se presenten filtraciones se ordenará descargarlo y enlucirlo. En caso que la prueba no sea satisfactoria, se repetirá después de haber efectuado los resanes tantas veces como sea necesario para conseguir la impermeabilidad de la cuba". (p.20)	El comportamiento hidráulico permite identificar en que medida el comportamiento hidráulico del reservorio cumple con las condiciones de servicio	Volumen de reservorio	Caudal
			Medida geométrica	Volumen Altura
			Línea de transporte de agua	Pérdida de carga
V.D. óptimo abastecimiento	El óptimo abastecimiento constante de agua potable como envió a los puntos de uso sin interrupciones.	Tiene que ver que con cubrir la demanda y al mismo tiempo evita gastos en exceso por el servicio brindado	Servicio	Demanda de agua (m ³ /s)

Fuente: Elaboración propia

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

“Una población constituye una agrupación que se estudia, de los cuales se evalúan para lograr conclusiones. Es preciso definirla de manera precisa” (Levin & Rubin, 2004, p. 10).

También Quezada (2010), indicó que “son los individuos u otros los cuales al ser grandes se puede prescindir de una parte de él que es la muestra” (p.95)

La población investigada lo conforma el total de usuarios que son 19,530 habitantes que abastece diariamente el reservorio elevado de 800m³ tipo cabecera en la urbanización Taboadita – Callao.

2.3.2. Muestra

Según Hernández, Fernández y Baptista, (2014),

“fracción de población. En muchos casos no se mide integralmente por ello se selecciona una parte de ella que sea representativa y sea representativa de la población” (p. 175).

En este caso la muestra es no probabilística por conveniencia, es decir considera todos los usuarios de la urbanización Taboadita - Callao

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas

“En este caso se hará uso de técnicas acorde a la naturaleza del estudio” (Bernal, 2010, p. 192).

Según Behar (2008), “Es preciso la recolección para efectos investigativos, con lo que se podrá verificar el caso en estudio” (p.54).

También se considera el Análisis documental y Observación de Campo.

2.4.2. Instrumentos

“En este caso constituyen los conceptos o las variables que el investigador debe realizar” (Hernández, Fernández y Baptista 2014, p. 199).

Se utilizará la normativa vigente del proceso para el funcionamiento del reservorio tipo cabecera que lo establece la administradora Sedapal, mediante las cuales se hará el análisis

hidráulico del reservorio elevado de 800m³ tipo cabecera registrado en las tablas de Excel, con lo cual se harán los cálculos respectivos.

2.4.3. Validez

Asimismo, Hernández, et al. 2014 “Esta referida al dominio específico de contenido de lo que se mide” (p. 201).

En ese caso son validados por los procedimientos que establece Sedapal para el funcionamiento del reservorio, los cuales serán validados por juicio de 3 expertos.

2.4.4 Confiabilidad del Instrumento

Por otro lado Hernández, et. al. (2014) dice “Considera que es un instrumento que se asocia al grado en el uso repetido al mismo individuo y genera resultados iguales” (p. 200).

Según Yuni y Urbano (2014), definió que: La confiabilidad se asocia a las medidas que se hacen y provienen de la realidad. (p.33).

Se hará uso de métodos, modelos y fórmulas matemáticas debidos a que tendremos que analizar, calcular ordenar y representar una serie de datos que nos servirá para validar el comportamiento hidráulico del reservorio elevado tipo cabecera.

2.5. Métodos de análisis de datos

“Son métodos estadísticos asociados con el resumen y descripción de los datos con diversos cálculos” (Córdoba, 2003, p.1).

Se realizará el estudio con enfoque en las hipótesis, pues se pretende obtener los resultados por medio del análisis, teniendo en cuenta los protocolos, los cuales son instrumentos confiables que permiten recoger la información lograda de la realidad sin modificarlos, por lo cual se recogen los resultados arrojados de la evaluación del comportamiento hidráulico del reservorio tipo fuste en estudio. El procesamiento de los datos extraídos será ejecutado a través del programa computarizado Microsoft Excel para la obtención de la información hidráulica del reservorio elevado. .

2.6. Aspectos Éticos

A través del estudio, se da cumplimiento de citas de autores que se considera en la investigación y se cumple con los protocolos de investigación. Se considera en los antecedentes investigaciones nacionales e internacionales, así como revistas internacionales y artículos en inglés referidos al tema de investigación.

III. RESULTADOS

3.1 Localización del reservorio

En la presente investigación el reservorio elevado tipo cabecera de 800 m^3 está ubicado en la Urb. Taboadita del Distrito de Bellavista, en la Provincia Constitucional del Callao.



Figura 10. Localización del reservorio elevado de 800 m^3 - Urb Taboadita, Callao

Fuente: Propio

En la figura se señala la localización del reservorio elevado que cubre el servicio en dicha urbanización.

3.2 Parámetros de diseño y volumen del reservorio

Se consideró en el presente la Norma Técnica de diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en la Zona Rural según el Ministerio de Vivienda con Resolución Ministerial N ° 192-2018-VIVIENDA.

La norma OS.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, en el artículo 4.2 consideró se debe un volumen mínimo adicional: 50 m^3 para áreas destinadas netamente a vivienda y para áreas destinadas a otros usos como el comercial o industrial.

Periodo de diseño

El período de diseño se determina considerando los siguientes factores:

- ✓ Vida útil.
- ✓ Vulnerabilidad.
- ✓ Crecimiento de población.
- ✓ Economía de escala.

Vida útil de estructura y Equipos:

Tabla 2. Periodo de diseño de infraestructura sanitaria

ESTRUCTURA	PERIODO DE DISEÑO
• Fuente de abastecimiento	20 años
• Obra de captación	20 años
• Pozos	20 años
• Planta de tratamiento de agua para consumo humano (PTAP)	20 años
• Reservorio	20 años
• Líneas de conducción, aducción, impulsión y distribución	20 años
• Estación de bombeo	20 años
• Equipos de bombeo	10 años
• Unidad Básica de Saneamiento (arrastre hidráulico, compostera y para zona inundable)	10 años
• Unidad Básica de Saneamiento (hoyo seco ventilado)	5 años

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú

Según la tabla 2, se tiene el reporte de tiempo de vida útil de lo que conforma un reservorio elevado tipo cabecera lo que presida los años de vigencia de cada componente, haciendo posible determinar las opciones de servicio que brinda en ese periodo y al mismo tiempo la inversión requerida para el mismo.

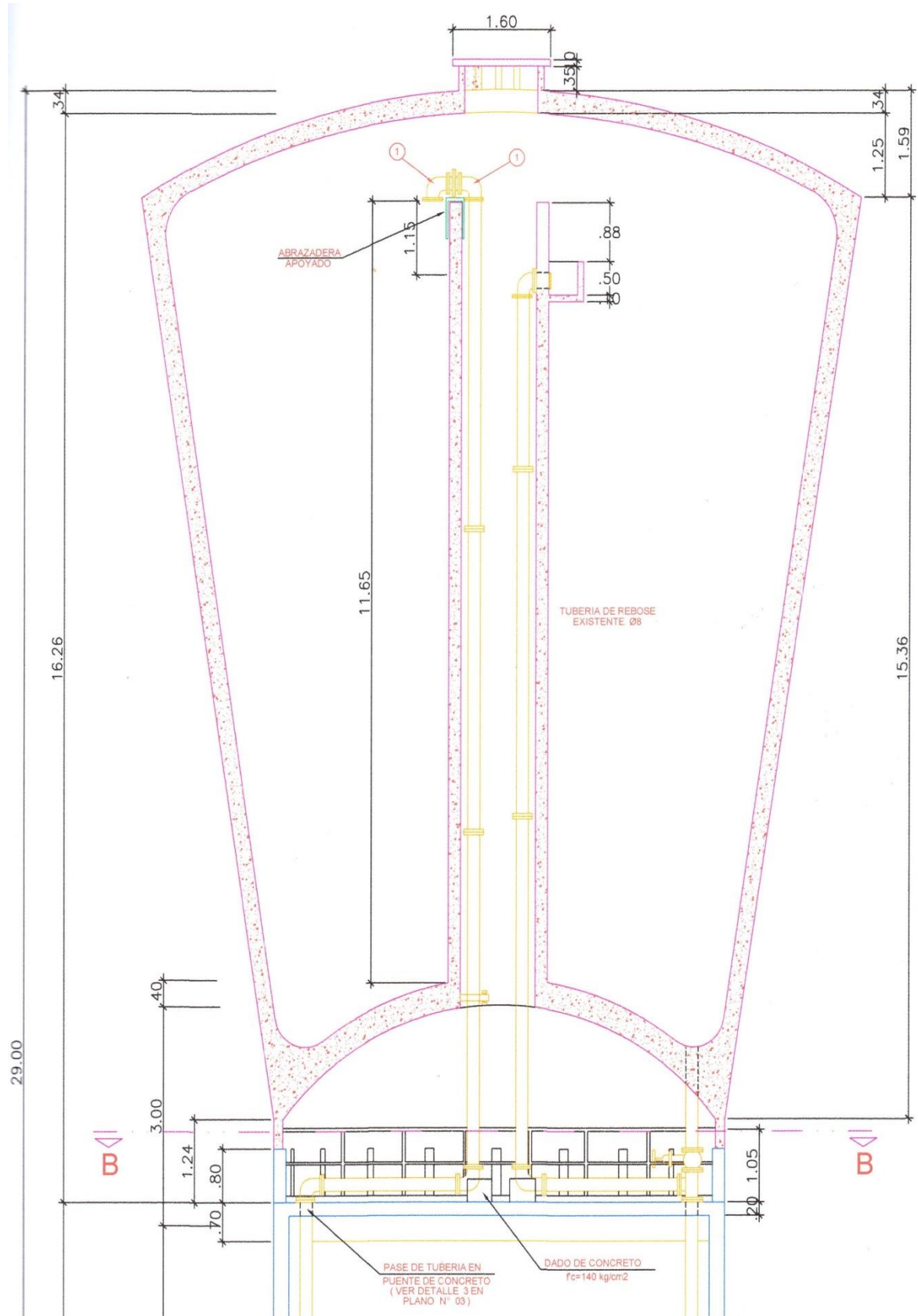


Figura 11. Dimensiones del depósito de almacenamiento
Fuente: Sedapal

En la presente se tiene las dimensiones de la cúpula del reservorio donde se almacena el agua potable que servirá para obtener datos de la prueba de aforo, el caudal, la altura útil y el rendimiento para el abastecimiento del agua potable a la urbanización Taboadita del Distrito de Bellavista – Callao.

3.3 Componentes del sistema de bombeo

Dentro de la estación de bombeo del reservorio de la Urb. Taboadita, existen componentes fundamentales para el sistema de bombeo que son los siguiente:

- ✓ Caseta de bombeo.
- ✓ Cisterna de bombeo.
- ✓ Equipo de bombeo.
- ✓ Tubería de succión.
- ✓ Tubería de impulsión.
- ✓ Válvulas de regulación y control.
- ✓ Equipos para cloración.
- ✓ Interruptores de máximo y mínimo nivel.
- ✓ Tableros de protección y control eléctrico.
- ✓ Sistema de ventilación, natural o mediante equipos.
- ✓ Área para el personal de operación.
- ✓ Cerco de protección para la caseta de bombeo.



Figura 12. Caseta de Bombeo - Urb Taboadita, Callao
Fuente: Propio

3.4 Capacidad de la estación de bombeo

El caudal de bombeo se da sobre el concepto básico del sistema de abastecimiento, desde el periodo de implementación de las obras y el régimen de operación previsto en la central de bombeo, se considerando los siguientes elementos:

- ✓ Las horas de bombeo y arranques en un día, según consumo de agua, energía disponible y el costo operativo.
- ✓ Económicamente y operativamente, es preciso tener un ciclo de bombeo de doce horas diarias, definidas en horas factibles. En casos especiales se fijará un periodo mayor, con un máximo de 15 horas. Determinación

3.5 Tipo de abastecimiento

Se toma en cuenta 2 casos:

Si el sistema de servicio de agua tiene reservorio de almacenamiento luego del bombeo; la capacidad de la tubería de succión (si corresponde), equipo de bombeo y tubería de impulsión se determina en relación al caudal máximo diario y el número de horas de bombeo.

$$Q_b = Q(\text{max-d}) \cdot 24/N.$$

Dónde:

Q_b = Caudal de bombeo, l/s.

$Q_{\text{max.d}}$ = Caudal máximo diario, l/s.

N = Número de horas de bombeo.

En el abastecimiento no incluye reservorio de almacenamiento posterior a la estación de bombeo, la capacidad del sistema de bombeo se calcula con caudal máximo horario y las pérdidas en la red distribución.

Carga dinámica o altura manométrica total

La altura dinámica se considera como el incremento total de la carga del flujo a través de la bomba. Es la suma de la carga de succión más la carga de impulsión:

$$H_b = H_s + H_i$$

Dónde:

H_b = Altura dinámica o altura de bombeo, m.

H_s = Carga de succión, m.

H_i = Carga de impulsión, m.

Carga de succión (H_s)

Se da por diferencia de elevación entre el eje de la bomba y el nivel mínimo del agua en la fuente o captación, afectado por la pérdida de carga en el lado de la succión.

$$H_s = h_s + h_{rs}.$$

Dónde:

Q_b = Altura de succión estática, esto es, altura del eje de la bomba sobre el nivel inferior del agua, m.

h_{ra} = Pérdida de carga en la succión, m.

Carga de impulsión (H_i)

Se da por la diferencia de elevación entre el nivel máximo de las aguas en el sitio de llegada y el eje de las bombas más la pérdida de carga del lado de la tubería de impulsión:

$$H_i = h_i + h_{ri}.$$

Dónde:

h_i = Altura de impulsión estática, o sea, la altura del nivel superior en relación al eje de la bomba, m.

h_{ri} = Pérdida de carga en la tubería de impulsión, m.

Reemplazando las ecuaciones de carga de succión y de carga de impulsión en la ecuación de altura manométrica total se tienen las siguientes relaciones:

Bombeo con bombas de eje horizontal y de eje vertical:

$$H_b = h_s + h_i + H_{rs} + H_{ri}.$$

Bombeo con bombas sumergibles:

$$H(b) = h_i + H_{ri}.$$

La cavitación

Es la formación de cavidades en un líquido y se da cuando su tensión de vapor iguala o supera la presión que actúa sobre él. El agua hierve a 100°C a nivel del mar siendo su tensión de vapor es de 760 mm de Hg, siendo la presión habida sobre su superficie.

Existen otros factores:

- Toma de aire;
- Recirculación interna:
- Turbulencia en las tuberías de aspiración capacidad

3.6 Análisis hidráulico

Para definir el aforo del reservorio elevado de 800m³ tipo cabecera, es preciso mencionar que el reservorio funcione como parte del sistema, con presión constante en la red dentro de los límites de servicio, con presiones mínimas en viviendas elevadas y presiones máximas en viviendas bajas.

En la presente investigación para medir el caudal se utilizó el caudalímetro, y para medir el aforo del reservorio se utilizó la Telemetría.

3.6.1 Caudalímetro

Mediante la recolección de datos del caudalímetro de ingreso al reservorio elevado de 800 m³, se comprueba si el agua almacenada en el tanque cubre la demanda de la población.



Figura 13. Medición en el caudalímetro

Fuente: Elaboración propia

Con el caudalímetro se mide el caudal, el gasto volumétrico de un fluido o para la medición del gasto másico.

En el presente trabajo de investigación se utilizó el caudalímetro digital, describiendo y facilitando la recolección de información en el desarrollo del caudal de ingreso y salida del agua hacia el reservorio y la población.

El proceso se basa en la detección de la velocidad de la corriente de agua a través de las tuberías.

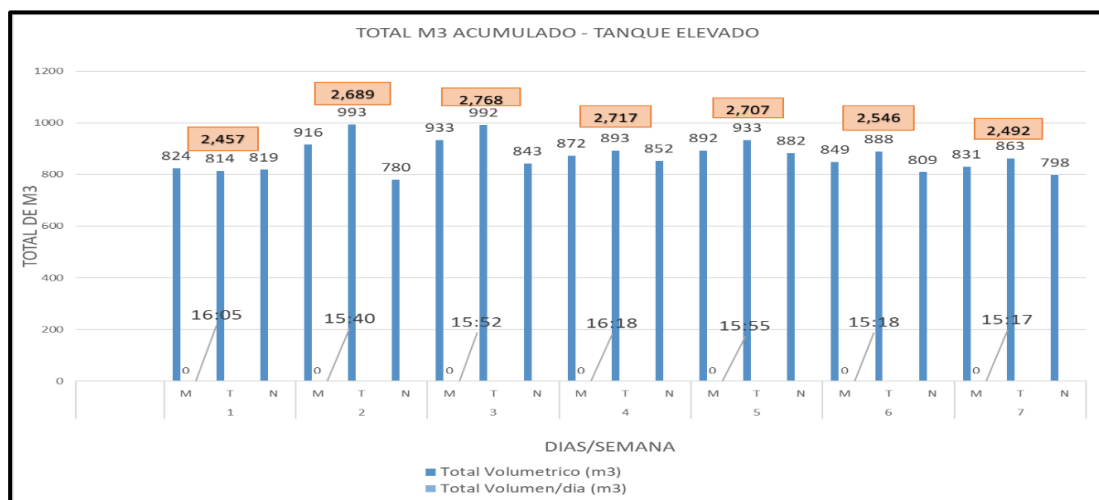


Figura 14. Total Acumulado de volumen diario

Fuente: Elaboración propia

En la figura se aprecia la cantidad de líquido diario que ingresa al reservorio de 800 m³, durante los 15 días de recolección de datos, Esta información sirve para medir el caudal, la velocidad o la fuerza del líquido que se encuentra en movimiento.

El caudal es la cantidad de fluido que circula a través de una sección del ducto (tubería, cañería, oleoducto, etc) por unidad de tiempo.

Normalmente se identifica con el flujo volumétrico el volumen que pasa por un área (Tuberías) dada en la unidad de tiempo. Menos frecuentemente, se identifica con el flujo másico o masa que pasa por un área dada en la unidad de tiempo.

También se obtiene datos de la cantidad de metros cúbicos acumulados en el reservorio que abastece a la población. Así mismo se tiene las horas de trabajo del motor.

3.6.2 Telemetría

Es un instrumento de medida que permite medir la magnitud física y luego el envío de la información al operador del sistema.

Mediante esta prueba, se comprueba si el agua almacenada en el tanque cubre la demanda de la población. Es así como se determina el caudal del pozo para proyectar el equipo de bombeo adecuado para incurrir en un gasto de energía mínimo.

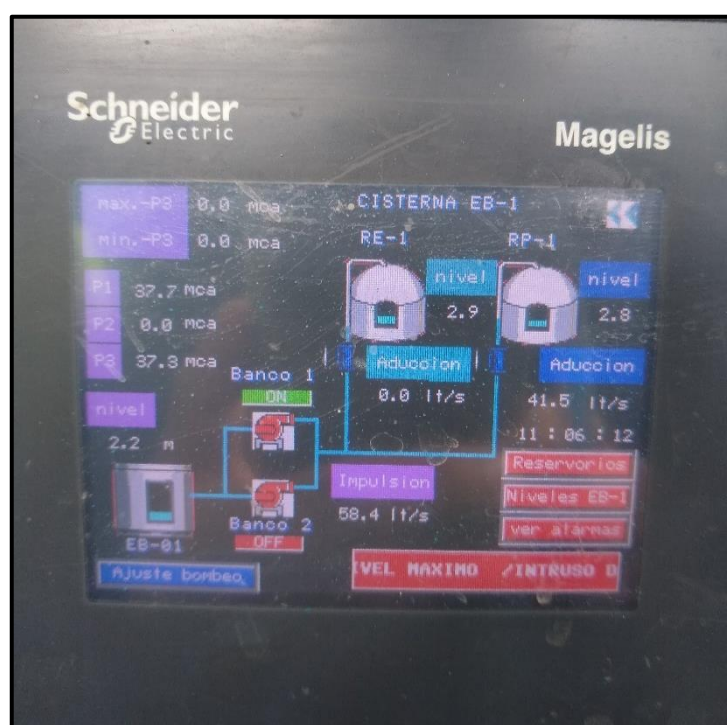


Figura 15. Telemetría del reservorio

Fuente: Elaboración propia

Se tiene para ello opciones para el aforo:

Aforo con la máquina de sondeo: Permite calcular el caudal de nuestro sondeo, de forma estimativa.

Aforo con bomba controlando:

Caudal pero no nivel del agua. – Hace posible proyectar qué bomba podremos colocar en nuestro sondeo de forma estimativa, pero con más certeza que en el aforo anterior.

Caudal y nivel del agua. – Hace posible proyectar el equipo de bombeo adecuado a nuestro acuífero porque nos permite obtener el rendimiento de nuestro acuífero.

Para la prueba de aforo se utiliza, máquina de sondeo con bomba controlada. En este caso se utiliza la prueba de telemetría.

3.7 Óptimo abastecimiento

Al respecto se evalúa el servicio de acuerdo a la demanda que actualmente tiene la urbanización Taboadita y se evalúe también el reclamo de los usuarios.



*Figura 16. Toma de mediciones del horómetro
Fuente: Elaboración propia*

Tenemos en la ilustración mediciones del horómetro en la caseta de bombeo.

Respecto a la parte eléctrica el consumo de energía en Kw-h. Es este caso se usa el horómetro con lo que se mide la hora de funcionamiento desde el inicio de su funcionamiento.

3.8 Análisis de comportamiento hidráulico con el programa WATERCAD.

3.8.1 Topografía

No permite describir y representar en un plano la superficie o el relieve de un terreno. Es vital en el comportamiento hidráulico del reservorio está íntimamente relacionado con la superficie del terreno. Este determinará si hay suficiente presión para que el agua pueda circular por la red.

En la siguiente imagen se muestra el plano topográfico donde se puede observar las curvas de nivel. En este plano se puede observar que el punto más bajo del área es 17 msnm y el punto más alto es 38 msnm. También podemos ver que el reservorio está a una altitud de 31.8 msnm.

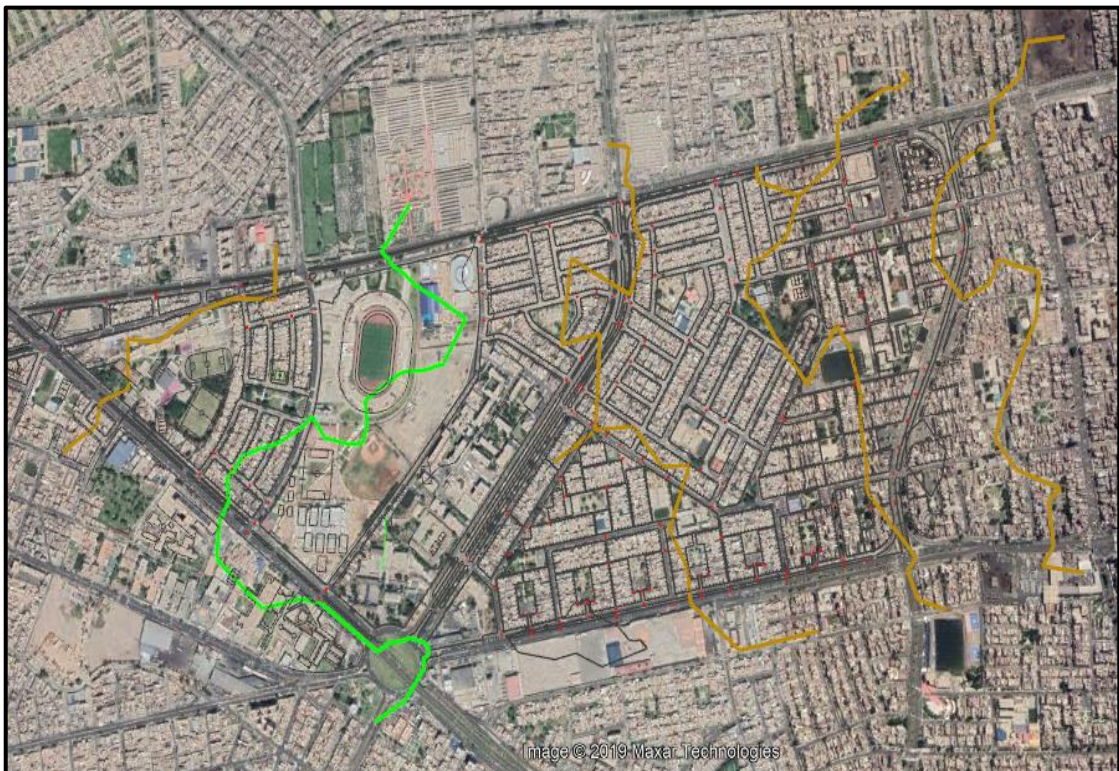


Figura 17. Plano topográfico insertado en una imagen satelital
Fuente: Fuente: Googel Earth

La zona oeste, por donde está el estadio Miguel Grau el nivel del terreno baja gradualmente, lo que es favorable para que la presión de agua sea suficiente. Por otro lado en la zona este el nivel de terreno sube, lo que podría ser desfavorable dado que la presión del agua será menor. La zona más alta está en la esquina norte este, donde hay un conjunto de viviendas multifamiliares, las cuales tienen 5 pisos de altura y que por este motivo necesita mayor presión. Siendo esta la zona más crítica para la altura útil del reservorio. El plano se encuentra en los anexos.



Figura 18. Plano topográfico de la zona que abastece el reservorio.

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se crea un archivo LandXML en el programa Civil3D, el cual se exportará al programa WaterCad para asignar una elevación a cada uno de los puntos del modelo.

3.8.2 Red de distribución.

La red de distribución primaria encierra todo el perímetro de la zona de abastecimiento. Y la red secundaria va hacia el interior de esta zona para que llegue a todos los lotes. Esta red tiene más de 22 años de antigüedad, el material que fue usado es de fierro fundido. La red primaria tiene un diámetro de 4 pulgadas y las redes secundarias tienen un diámetro de 1 pulgada. Debido a la antigüedad de estas tuberías la rugosidad se ha incrementado, por lo que su coeficiente de Hazzen y Williams también ha aumentado.

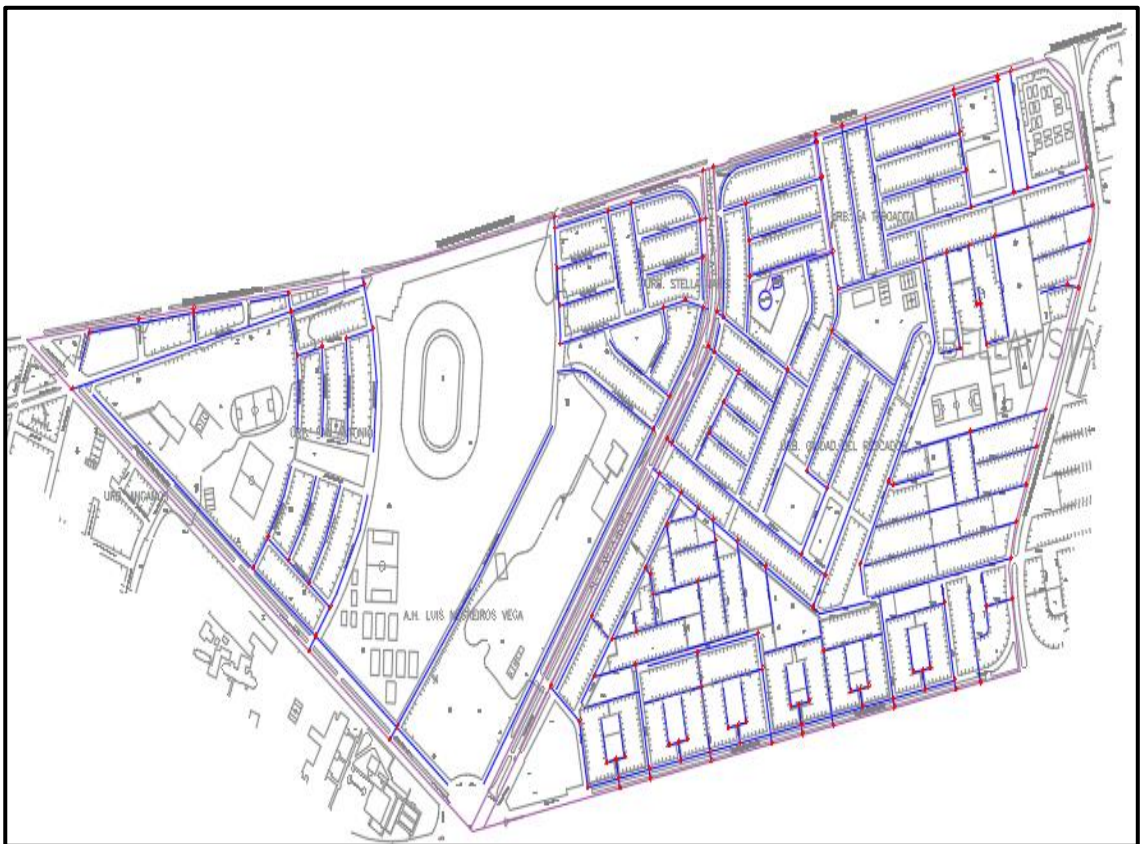


Figura 19. Redes primarias y secundarias de abastecimiento de agua

Fuente: Elaboración propia

3.8.3 Áreas de influencia de cada tramo

Para calcular el caudal en cada nodo se ha utilizado el polígono de Thiesen. Este es uno de los métodos para calcular la influencia de un punto en un área. Se basa en la geometría euclidiana. Se crea al unir los diferentes puntos entre sí formando triángulos. Luego se traza la mediatriz de cada triángulo formando así los polígonos de Thiessen.

En este caso se ha hecho uso del programa WaterCad para calcular estos polígonos y saber cuál es el área de influencia de cada nodo, para posteriormente calcular el caudal de nodo.

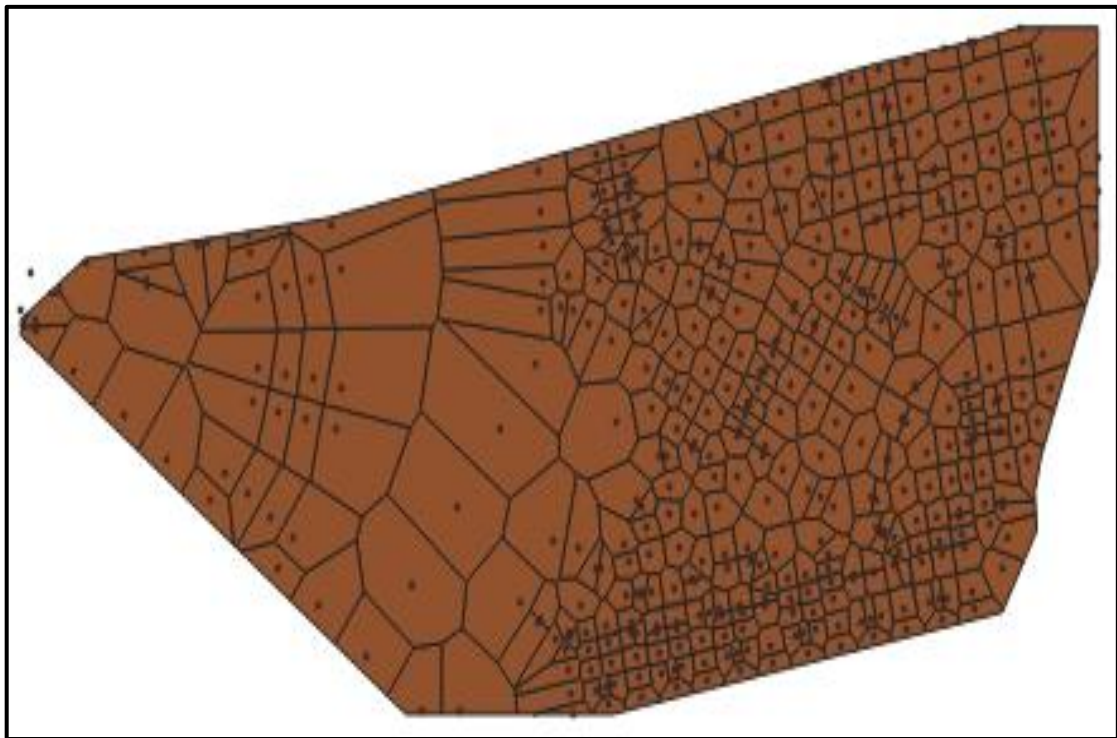


Ilustración 20. Polígono de Thiessen en la que cada polígono representa el área de influencia

Fuente: Elaboración propia

Cada uno de los puntos tiene su correspondiente área, el cual determinará cuanto será su demanda. (Véase tabla de anexos).

3.8.4 Caudal unitario

De acuerdo a la ficha técnica de recolección de datos el caudal diario de salida varía entre 50 y 55 l/s. Para evaluar el comportamiento hidráulico del reservorio se debe utilizar el caudal máximo horario (CMH), que en este caso viene a ser 74 l/s.

Tabla 3. Caudal de salida reportado del martes 8 de octubre, día que se reporta mayor caudal horario

FICHA TECNICA DE RECOLECCION DE DATOS - TELEMETRIA (RESERVORIO DE 800M3 A LA POBLACION)										
ESTACION DE BOMBEO										
NOMBRE ESTACION: Reservorio Taboadita - Bellavista - Callao										
CODIGO: P-738 DISTRITO: Bellavista										
FECHA: Del 1 al 15 de Octubre 2019										
Día	Turno	Hora	Nivel Reservorio (mts)	Volumen Reservorio (m3)	Caudal bombeo (l/s)	Volumen de bombeo (m3)	Caudal de salida (l/s)	Volumen de salida (m3)	Volume de Reservorio necesario	Q diario
Mar 8	M	05:00	3.5	144.8	53	1240.2	50	1170.8	112.6	53.7
		07:00	3.8	160.7	53	381.6	51	365.7		
		12:00	3.1	124.1	53	954.0	55	990.5		
	T	13:00	1.5	48.0	53	190.8	74	266.9		
		17:00	1.7	57.0	53	763.2	52	754.2		
	N	19:00	2.0	70.8	53	381.6	51	367.9		
		23:00	2.6	99.3	53	763.2	51	734.7		

Fuente: Elaboración propia

A partir de estos datos se puede deducir que el caudal unitario será el caudal total entre el área total. Siendo el área total de 135.86 Ha y el caudal total 74 l/s, se deduce que el caudal unitario será de 0.544 l/Ha.

3.8.5. Rugosidad de las tuberías

Las redes antiguas de desagüe tienen mayor rugosidad, lo que hace que las tuberías pierdan eficiencia hidráulica, dado que las pérdidas de carga en tuberías serán mucho mayores y como consecuencia llegará con menos presión a los lugares requeridos.

En el modelo de WaterCad la pérdida de cargas se mide a través de la fórmula de Hazzen y Williams.

$$V = 0,85 \cdot C \cdot R^{0,63} \cdot S^{0,54}$$

Dónde:

V: velocidad

C: coeficiente de Hazen y Williams

R: Radio Hidráulico

S: Pendiente de fricción

Todos los datos dependen de las características de la geometría de la tubería (Radio hidráulico, pendiente) o del flujo (velocidad) excepto el coeficiente C, el cual depende del material de la tubería. Este valor es un valor empírico y ya están determinados para todos los tipos de materiales.

Tabla 4. De valores usados de C.

MATERIAL	Coeficiente de Hazen y Williams
Asbesto cemento (nuevo)	135
Cobre y latón	130
Ladrillo de saneamiento	100
Hierro fundido nuevo	130
Hierro fundido, 10 años de edad	107-113
Hierro fundido, 20 años de edad	89-100
Hierro fundido, 30 años de edad	75-90
Concreto, acabado liso	130
Concreto, acabado común	120
Acero galvanizado	125
Acero remachado nuevo	110
Acero remachado usado	85
PVC	140

Fuente: Elaboración propia

3.8.6 Modelo hidráulico en el programa WATERCAD

El programa Watercad nos ayuda a resolver problemas de sistemas de distribución de agua. Este trabaja solo con agua a presión. Válido en el diseño, la construcción y la gestión de operación de diversas estructuras hidráulicas.

En este programa hay principalmente dos tipos de elementos: Líneas (tramos de tubería) y puntos (nodos de consumo, tanques, reservorios, hidrantes, etc.)

Para realizar el modelo de la red de agua primero se ha importado de un archivo dxf la red primaria de distribución de agua. En la siguiente imagen se muestra las redes que serán utilizados para el modelo. También se muestra el reservorio, que será la fuente de agua en el modelo.

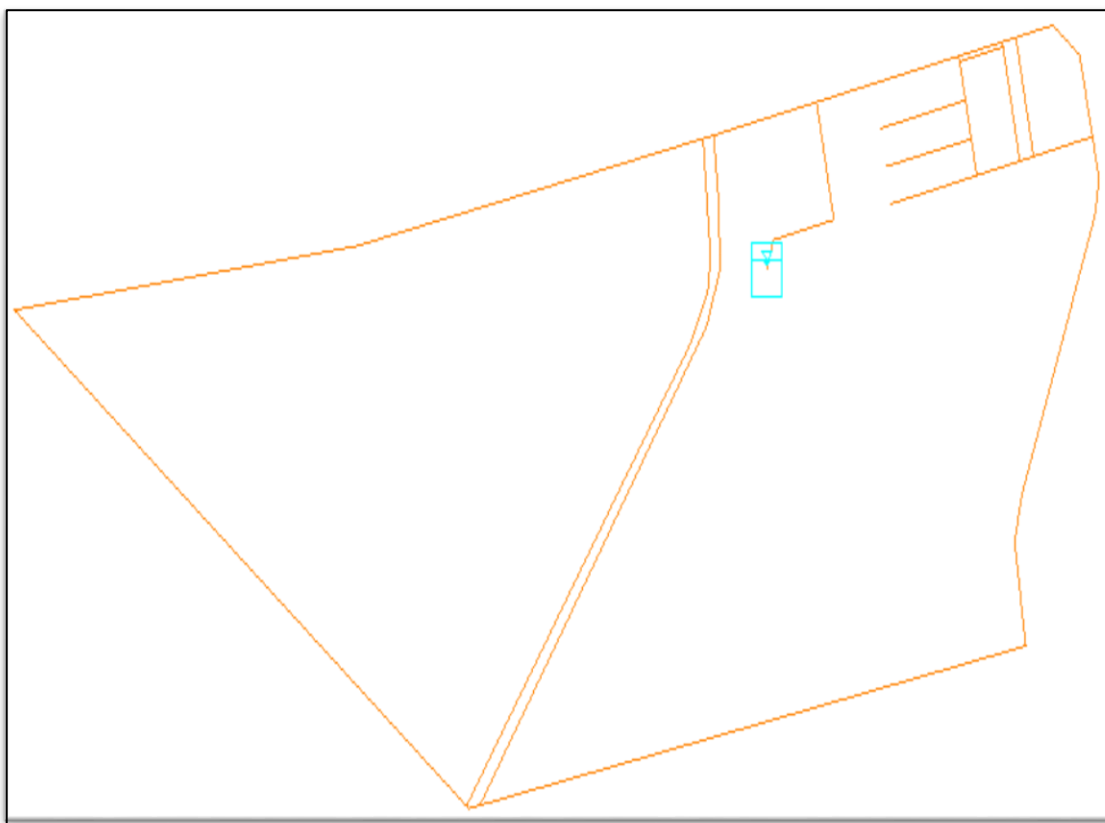


Figura 21. Redes de distribución de agua

Para importar el modelo del programa Autocad a Watercad se usó Model Builder el cual está incluido en el programa WaterCad. Y después se importó la topografía del archivo que se tenía en AutoCad mediante TRex. De esta manera cada nodo tiene su cota y con este dato se calculará la presión en cada punto.

3.8.7 Resultados del modelo en WATERCAD

En las tuberías:

En las tuberías los resultados que salen son caudal, velocidad, pérdida de carga, etc.

Caudal:

Es la cantidad de agua que se trasmite por la tubería. Importante para saber cómo se distribuye el agua a través del sistema. En los resultados se abrevia como Q.

Velocidad:

Según las recomendaciones que nos da la Autoridad Nacional del Agua en sus manuales de diseño, la velocidad debe ser menor de 3 m/s. De lo contrario significa que la tubería necesita ser de un diámetro menor. Pero tampoco pueden ser menores a 0.6 m/s porque esta velocidad permite que se sedimente partículas en la tubería, lo que a un largo plazo ocasiona la pérdida de área hidráulica. En los resultados se abrevia como V.

Pérdidas de carga:

Las pérdidas de carga están estrechamente relacionadas con la velocidad. Si las velocidades son muy altas producen pérdidas de carga muy grandes, lo cual puede ocasionar que la presión sea negativa en algunos tramos. En los resultados se abrevia como dH.

En los nodos:

En los nodos el resultado más importante es la carga o presión. En los resultados se abrevia como P.

Este no debe ser menor a 10 metros de columna de agua tal como lo indica la norma OS.050 del RNE. y tal como lo ratifica El “Reglamento De Elaboración De Proyectos De Agua Potable Y Alcantarillado Para Habilitaciones Urbanas De Lima Metropolitana Y Callao” (Ver anexo tablas de resultados y plano hidráulico donde están los resultados)

Un resultado muy importante es que, en la zona crítica, en la esquina superior derecha, hay nodos donde la presión es 0, esto quiere decir que el agua llega, pero con condiciones un poco más críticas podría no llegar. Por este motivo se considera que este es un aviso de que en un futuro cercano la presión no será suficiente para abastecer a ese sector.

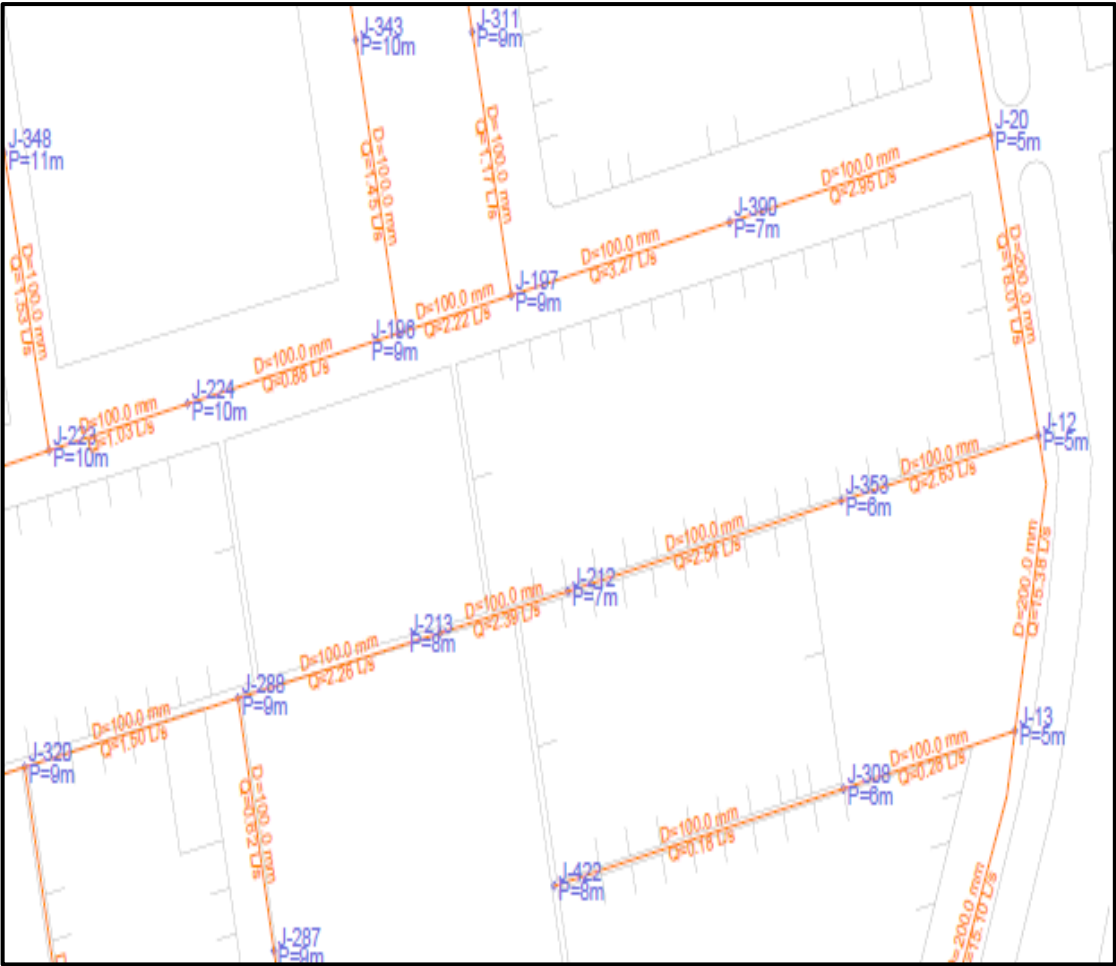


Figura 22. Zona crítica donde la presión resulta ser 0

En la siguiente tabla se observa los nodos, con su ubicación norte, sur y elevación, con su demanda y con la presión con la que llega agua a ese nodo. Como se había mencionado hay nodos en las que la presión es baja, Se resalta con color rojo los nodos cuya presión son menores 10mH₂O

Tabla 5. Tabla de tuberías

Nodo de inicio	Nodo final	Diámetro (mm)	Material	Hazen-Williams C	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Gradiente de pérdida de carga (cm/m)	Pérdida de carga (m)
J-1	J-2	200	Ductile Iron	110	4	32.97	1.05	79.1	0
J-3	J-4	200	Ductile Iron	110	23	-28	0.89	58.47	0.1
J-5	J-6	200	Ductile Iron	110	29	6.7	0.21	4.13	0
J-7	J-8	200	Ductile Iron	110	29	16.85	0.54	22.82	0.1
T-4	J-9	200	Ductile Iron	110	43	74	2.36	353.61	1.5
J-10	J-11	200	Ductile Iron	110	50	10.05	0.32	8.77	0
J-12	J-13	200	Ductile Iron	110	51	15.38	0.49	19.28	0.1
J-14	J-15	200	Ductile Iron	110	51	19.74	0.63	30.6	0.2
J-16	J-17	200	Ductile Iron	110	52	14.39	0.46	17.05	0.1
J-18	J-19	200	Ductile Iron	110	52	11.05	0.35	10.44	0.1
J-20	J-12	200	Ductile Iron	110	52	18.01	0.57	25.82	0.1
J-21	J-22	200	Ductile Iron	110	53	9.92	0.32	8.55	0
J-2	J-14	200	Ductile Iron	110	56	23.13	0.74	41.03	0.2
J-23	J-24	200	Ductile Iron	110	56	13.08	0.42	14.27	0.1
J-25	J-18	200	Ductile Iron	110	56	11.96	0.38	12.09	0.1
J-19	J-26	200	Ductile Iron	110	57	10.55	0.34	9.59	0.1
J-24	J-25	200	Ductile Iron	110	57	12.74	0.41	13.6	0.1
J-27	J-28	200	Ductile Iron	110	66	2.59	0.08	0.71	0
J-29	J-30	200	Ductile Iron	110	66	6.11	0.19	3.49	0
J-30	J-31	200	Ductile Iron	110	66	5.57	0.18	2.93	0
J-3	J-32	200	Ductile Iron	110	67	15.86	0.5	20.41	0.1
J-13	J-33	200	Ductile Iron	110	69	15.1	0.48	18.64	0.1
J-34	J-7	200	Ductile Iron	110	94	16.53	0.53	22.02	0.2
J-35	J-36	200	Ductile Iron	110	117	-4.13	0.13	1.69	0
J-32	J-37	200	Ductile Iron	110	127	12.92	0.41	13.95	0.2
J-38	J-27	200	Ductile Iron	110	131	3.82	0.12	1.46	0

Fuente: Elaboración propia Watercad.

En la tabla que se adjunta en los anexos, se observa los tramos de la tubería, con los datos de entrada necesarios: nodo de inicio, nodo final, diámetro, material, coeficiente de Hazen&Williams, la longitud. Y también se muestra los resultados más importantes: Caudal, Velocidad y pérdida de carga. Se observa que las velocidades son bajas, y son así para que no se pierda mucho la presión, dado que hay zonas en las que casi no llega la presión.

3.9 Cálculo del caudal de demanda

Hay 2790 lotes de viviendas unifamiliares, además hay un mercado, el Estadio Miguel Grau, una sede de la Universidad Nacional del Callao, una piscina municipal, el colegio Nacional del Callao, El Colegio General Prado, El Centro Educativo San Antonio, un Centro de inicial, El Instituto Tecnológico Simón Bolívar.

Densidad por Vivienda:

De acuerdo a estas consideraciones y teniendo en cuenta la densidad poblacional del lugar de 7 habitantes por lote.

Dotación:

El área donde se desarrolla el proyecto de acuerdo al Nuevo Reglamento de Elaboración de Proyectos de Agua Potable y alcantarillado de Lima y Callao (SEDAPAL) es:

Tipo de habilitación

Residencial (Mayores de 120m² de Área de lote)

Dotación

250 lt/hab/día

Cálculo de demanda:

Consumo y dotaciones

Población de Servicio = 19530 hab.

Dotación = 250 l / hab. / día

Caudal promedio diario (Qpd)

$$Qpd = (\text{Población (hab)} \times \text{Dotación ((l/hab)/día)}) / (24 \text{ horas/día} \times 3600 \text{ s/hora})$$

$$Qpd = 56.51 \text{ l / s}$$

3.9.1 Cálculo del caudal de demanda y del volumen necesario del reservorio con los datos de telemetría.

Los datos de telemetría miden el nivel del reservorio cada cierto tiempo. A partir de este nivel se puede inferir cuál es el volumen del reservorio. A continuación, se muestra una tabla en la que se relaciona el nivel del reservorio con el volumen que le corresponde. Esta tabla se obtuvo calculando las áreas de cada sección y obteniendo el volumen a partir de estas áreas.

Tabla 6. Tabla de altura vs volumen de reservorio

TABLA DE ALTURA VS VOLUMEN DE RESERVORIO					
h	Radio interno (m)	Radio Externo (m)	Área (m ²)	Volumen (m ³)	Volumen acumulado (m ³)
0.0	6.40	6.40	0.00		
0.5	4.47	7.39	27.13	2.56	8.69
1.0	1.63	7.54	42.61	4.14	26.26
1.5	1.63	7.70	44.48	4.43	48.03
2.0	1.63	7.86	46.39	4.62	70.75
2.5	1.63	8.01	48.34	4.81	94.43
3.0	1.63	8.17	50.33	5.01	119.10
3.5	1.63	8.32	52.35	5.21	144.76
4.0	1.63	8.48	54.42	5.42	171.45
4.5	1.63	8.64	56.52	5.63	199.19
5.0	1.63	8.79	58.66	5.84	227.98
5.5	1.63	8.95	60.84	6.06	257.85
6.0	1.63	9.11	63.06	6.28	288.82
6.5	1.63	9.26	65.31	6.51	320.91
7.0	1.63	9.42	67.61	6.74	354.14
7.5	1.63	9.58	69.94	6.97	388.53
8.0	1.63	9.73	72.31	7.21	424.09
8.5	1.63	9.89	74.72	7.45	460.84
9.0	1.63	10.04	77.17	7.69	498.81
9.5	1.63	10.20	79.65	7.94	538.01
10.0	1.63	10.36	82.18	8.19	578.47
10.5	1.63	10.51	84.74	8.45	620.20
11.0	1.63	10.67	87.34	8.71	663.22
11.5	1.63	10.83	89.98	8.97	707.55
12.0	1.63	10.98	92.66	9.24	753.21

Fuente: Elaboración propia Watercad.

Además de la tabla del caudalímetro tenemos que el caudal de bombeo es 57 l/s y que se mantiene constante. Para calcular el volumen que ha entrado al reservorio por bombeo se multiplica este caudal por el tiempo.

Por ejemplo, en una hora:

$$V_b = Q_b \cdot 1h \cdot 3600s/1h \cdot 1m^3/1000l$$

$$V_b = 190.8 \text{ m}^3$$

El volumen de salida lo obtenemos de la diferencia del volumen del reservorio a una hora y la medición anterior aumentando el volumen que se llenó por bombeo. El caudal de salida se obtiene de dividir el volumen de salida por el tiempo que hay entre las dos mediciones. Calculamos el volumen de regulación como la resta entre el mayor y el menor volumen del respectivo día. Finalmente calculamos el caudal medio de salida que hubo en ese día. A continuación se muestra la tabla con los resultados de este procedimiento.

Tabla 7. Tabla de volumen m³ y Caudal l/s del reservorio

ESTACION DE BOMBEO								
FECHA: Del 1 al 15 de octubre 2019				Q/bombeo = 57 l/s				
Día	Hora	Nivel Reservorio (mts)	Volumen Reservorio (m ³)	Volumen de bombeo (m ³)	Caudal de salida (l/s)	Volumen de salida (m ³)	Volumen de Reservorio necesario	Q diario
Mie 2	03:00	3.0	119.1	763.2	51	738.5	78.6	53.2
	05:00	3.5	144.8	381.6	49	355.9		
	07:00	2.2	80.1	381.6	62	446.3		
	9:00	2.5	94.4	381.6	51	367.3		
	15:00	1.9	66.1	1144.8	11	1173.1		
	21:00	2.4	89.6	1144.8	52	1121.3		
	23:00	2.7	104.2	381.6	51	367.0		
Sab 12	01:00	3.4	139.5	381.6	49	356.1	147.8	53.4
	03:00	3.8	160.7	381.6	50	360.5		
	05:00	3.9	166.0	381.6	52	376.2		
	07:00	3.6	150.0	381.6	55	397.6		
	11:00	2.0	70.8	763.2	59	842.5		
	15:00	0.8	18.3	763.2	57	815.7		
	17:00	0.8	18.3	381.6	53	381.6		
	00:00	2.8	109.1	1335.6	49	1244.8		
Mar 15	03:00	3.4	139.5	858.6	52	838.1	126.7	53.6
	06:00	3.8	160.7	572.4	51	551.3		
	07:00	4.8	216.3	190.8	38	135.1		
	10:00	2.4	89.6	572.4	65	699.1		
	14:00	2.8	109.1	763.2	52	743.7		
	19:00	3.0	119.1	954.0	52	944.0		
	23:00	2.5	94.4	763.2	55	787.9		

Fuente: Elaboración propia

De los planos se sabe que el nivel del reservorio máximo es de 12.5m, pero en esta tabla se observa que en ningún momento sobrepasa los 4.8 m. Entonces no llega a usarse la máxima capacidad del reservorio el cual es 800 m³.

Otra observación es que el caudal de salida no varía mucho y en promedio es 53.5 m³/s, pero el martes 8 de octubre el caudal llegó a ser 74 m³/s.

El volumen de regulación es bastante pequeño respecto al calculado de acuerdo a la norma, el cual indica que se debe calcular como el 25% de la demanda.

3.9.2 Cálculo de caudal promedio diario

El caudal promedio diario es 53.5 m³/s

El día en la que mayor demanda hubo fue el día jueves 10 de octubre, en el cual se demandó 54.2 m³/s. Y el día en el que hubo un mayor caudal horario fue el día martes 08 de octubre, cuando el caudal llegó a ser de 74 m³/s.

En resumen:

$Q_{dp}=53.5 \text{ m}^3/\text{s}$
$Q_{md}=54.2 \text{ m}^3/\text{s}$
$Q_{mh}=74 \text{ m}^3/\text{s}$

3.10. Cálculo del volumen del reservorio

3.10.1. Cálculo del volumen para incendio

Según norma OS.030 del RNE, en el artículo 4.2 se considera que debe asignarse un volumen mínimo adicional: 50 m³ para áreas destinadas netamente a vivienda y para áreas destinadas a otros usos como el comercial o industrial se debe usar el gráfico anexo.

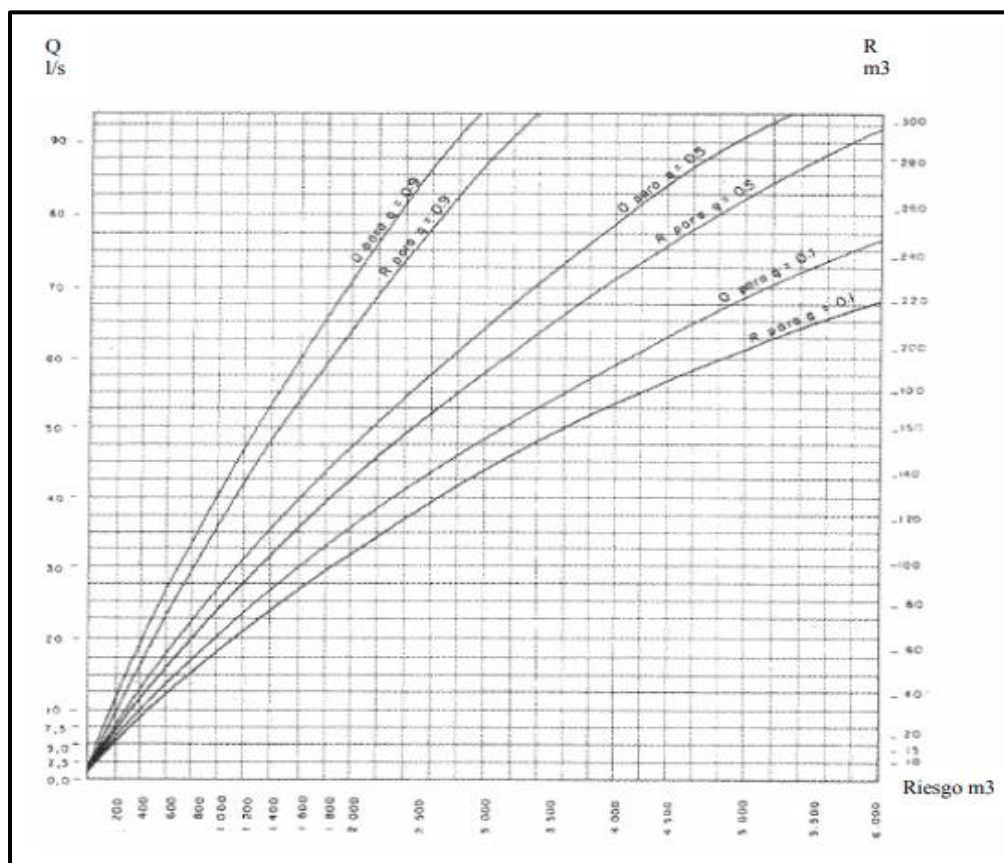
En este caso se considerará los 50 m³ destinados a áreas de viviendas y adicionalmente se considerará un volumen adicional para el mercado Popular El Pacífico ubicado en la parte norte-este en las coordenadas UTM WGS84 norte: 8666329 y este: 270366.

Este mercado tiene un área de 4647 m² y se calcula que se podría originar un volumen de incendio equivalente a 2900 m³. Y de la gráfica se infiere que el volumen necesario para este incendio es de 140 m³. Teniendo un total de 190 m³ de volumen para incendio.

$$V_i=190 \text{ m}^3$$



*Figura 23. Mercado Popular El Pacífico
Fuente: Propio*



*Figura 24. Gráfico para calcular caudal y volumen contra incendio
Fuente: Norma OS 0.30*

3.11. Volumen de regulación

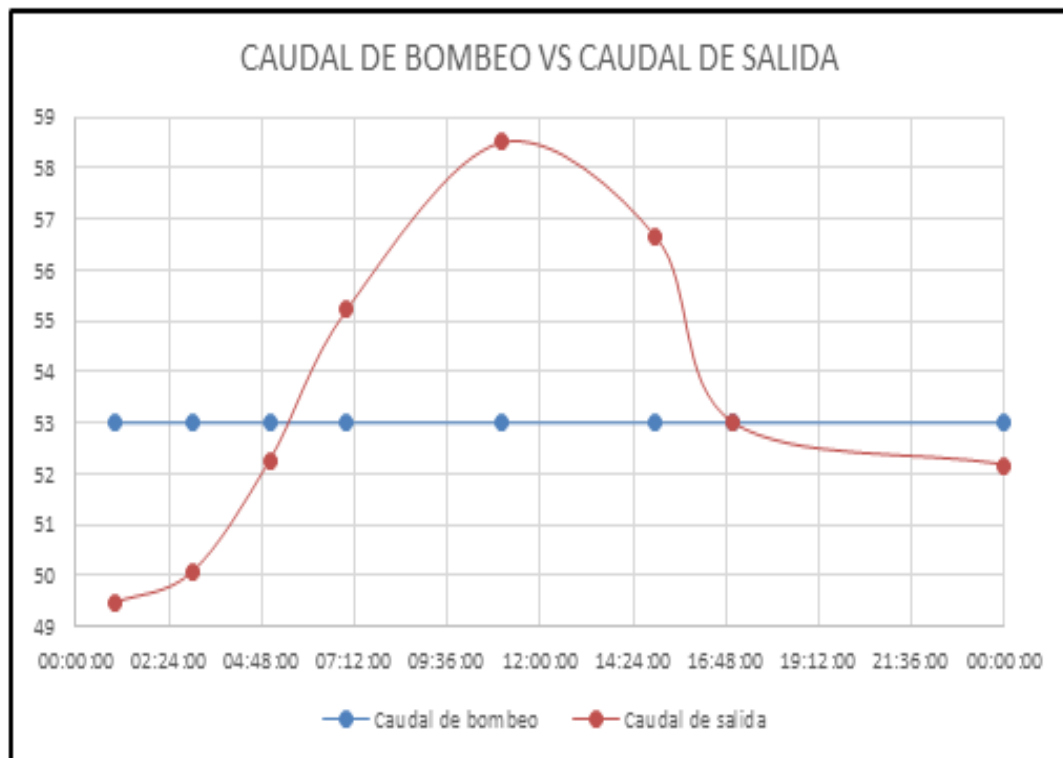


Figura 25. Gráfico volumen de regulación

Fuente: propia

El área que encierra la línea roja sobre la línea azul representa el volumen de regulación.

El volumen del reservorio de regulación diaria será el volumen máximo y el mínimo tomado en un día. En este caso el volumen varía entre 50 y 147.8 m³.

El día sábado 12 de octubre se necesitó mayor volumen de regulación (147.8m³). A continuación, se muestra una gráfica de la variación horaria del consumo que se obtuvo a partir de las medidas tomadas en la telemetría.

3.11.1. Volumen total

El volumen de reserva contra incendios se calculó en el apartado anterior. EL cual es 190 m³. Y el volumen del reservorio de regulación es 147.8 m³. Por tanto, el volumen total que se requiere sería de 337.8 m³, redondeando serían 400 m³.

3.12. Parámetros, tasa de crecimiento y densidad

Tabla 8. Datos de cálculo poblacional

NÚMERO DE LOTES VIVIENDA :				2,790	
Tasa de crecimiento demográfico de la ciudad (%) :				2.45%	
Densidad Habitantes por vivienda				7.00	
Población Total del Proyecto:				19,530	hab

Fuente: Sedapal Breña

El número de lotes vivienda, son la cantidad de predios proporcionados por Sedapal como figura en el plano adjunto.

3.12.1. Cálculo población futura

Crecimiento poblacional:

Como año cero del proyecto se considera la fecha de inicio de la recolección de información e inicio del proyecto, los períodos de diseño máximos para los sistemas de saneamiento deben ser los siguientes:

Tabla 9. Cálculo poblacional al año 2,040

Nº	Año	Población (hab)
Base	2019	19,530
0	2020	20,008
1	2021	20,499
2	2022	21,001
3	2023	21,515
4	2024	22,043
5	2025	22,583
6	2026	23,136
7	2027	23,703
8	2028	24,283
9	2029	24,878
10	2030	25,488
11	2031	26,112
12	2032	26,752
13	2033	27,408
14	2034	28,079
15	2035	28,767
16	2036	29,472
17	2037	30,194
18	2038	30,934
19	2039	31,691
20	2040	32,468

Fuente: Propio

A continuación, se muestra la proyección de la población del área de influencia desde el año base (2019) al año (2040)

Los valores de la proyección de población, son utilizados en el cuadro de demanda del área de influencia.

Tabla 10. Conexiones existentes por categoría

CONEXIÓN POR TIPO DE USUARIO	TIPO DE MEDICIÓN	No. de Conex.	TOTAL Conex.
Doméstico	Con Medidor	6,975	
	Sin Medidor	98	7,073
Comercial	Con Medidor	199	
	Sin Medidor	2	201
Industrial	Con Medidor	11	
	Sin Medidor	1	12
Estatad	Con Medidor	5	
	Sin Medidor	0	5
Social	Con Medidor	53	
	Sin Medidor	3	56
Multifamiliar	Con Medidor	1,363	
	Sin Medidor	8	1,371
TOTAL	Con Medidor	8,606	
	Sin Medidor	112	8,718

Fuente: Sedapal

En la tabla se detalla usuario, medición, número de conexión y el total de conexiones registrando en total con medidor 8,606 usuarios y 112 sin medidor, haciendo un total de 8,718, Esta información fue entregada por el área comercial de Sedapal, y es la cantidad de conexiones utilizadas para el cálculo de la demanda del reservorio.

Tabla 11. Parámetros de diseño: %perdidas, % micro medición

LOCALIDAD: URBANIZACIÓN TABOADITA		Sin Proyecto	Con Proyecto
LOTES TOTALES - CONSIDERADOS PARA LA DEMANDA TOTAL		2,790	
POBLACIÓN ACTUAL (habitantes)		19,530	
TASA CRECIMIENTO ANUAL DE POBLACIONAL (%) (1)		2.45%	
DENSIDAD POR LOTE (hab/ lote) (3)		7.00	7.00
PORCENTAJE DE PÉRDIDAS (4)		38.38%	20%
APORTE DE AGUAS RESIDUALES (6)		80%	80%
CONEXIONES DE AGUA		7,073	2,790
POBLACIÓN ACTUAL CON CONEXIONES AGUA (red pública)		49,511	19,530

Fuente: Propio

El porcentaje de pérdidas 38.38 % se realizó mediante un promedio del porcentaje de pérdidas de todos los meses del año del 2019.

Tabla 12. Información de consumos percapita por conexión.

DATOS DE CONSUMO POR CONEXIÓN SEGÚN CATEGORIAS			
			(m3/mes/cnx)
DOMESTICO			
	CONSUMO UNITARIO C/MEDIDOR		13.68
	CONSUMO UNITARIO S/MEDIDOR		11.95
COMERCIAL			
	CONSUMO UNITARIO C/MEDIDOR		22.37
	CONSUMO UNITARIO S/MEDIDOR		2.20
INDUSTRIAL			
	CONSUMO UNITARIO C/MEDIDOR		48.62
	CONSUMO UNITARIO S/MEDIDOR		20.25
ESTATAL			
	CONSUMO UNITARIO C/MEDIDOR		15.35
	CONSUMO UNITARIO S/MEDIDOR		0.00
SOCIAL			
	CONSUMO UNITARIO C/MEDIDOR		99.63
	CONSUMO UNITARIO S/MEDIDOR		108.00
MULTIFAMILIAR			
	CONSUMO UNITARIO C/MEDIDOR		33.08
	CONSUMO UNITARIO S/MEDIDOR		20.97

Fuente: Sedapal

Esta información fue procesada de la información entregada por el área comercial de Sedapal, los consumos mostrados son del año 2019 los cuales fueron utilizadas para el cálculo de la demanda del reservorio de la urbanización Taboadita, los consumos corresponden del mes de Enero a Julio 2019.

IV. DISCUSIONES

- 4.1 Según la hipótesis general se tiene que según la evaluación del comportamiento hidráulico de un reservorio elevado de 800 m^3 tipo cabecera, para asegurar el servicio de agua y contribuye al mejoramiento de la calidad de vida en la urbanización Taboadita – Callao, 2019, ya que los resultados obtenidos en los planos se saben que el nivel del reservorio máximo es de 12.5m, pero en esta tabla se observa que en ningún momento sobrepasa los 4.8 m. Entonces no llega a usarse la máxima capacidad del reservorio el cual es 800 m^3 . Al respecto el estudio aporta a lo obtenido por el autor Alayo y Espinoza (216), en su estudio de simulación hidráulica con Watercad en red de logró presiones de 10 mca y 50 mca, con lo que se comprobó el funcionamiento idóneo de lo diseñado.
- 4.2 Según la hipótesis específica 1 se tiene que según la prueba de aforo del reservorio elevado de 800 m^3 tipo cabecera, el volumen total necesario es 400 m^3 , por lo tanto, asegura el óptimo abastecimiento de agua potable en la urbanización Taboadita – Callao, 2019. El autor Mena, Cruz, Hernández y Rivero (2015), respecto a los tanques de regularización, alternativa de solución al servicio intermitente de agua potable manifiesta que al realizar acciones correctivas se lograría un aumento de 73%, beneficiando a la población y dejando de invertir recursos en renovación de la infraestructura existente.
- 4.3 Según la hipótesis específica 2, el caudal del reservorio elevado de 800 m^3 tipo cabecera asegura el óptimo abastecimiento de agua potable en la urbanización Taboadita – Callao, 2019. Se ha calculado la demanda para una población de servicio de 19,530 habitantes, con un caudal promedio diario de 56.51 l/s, tomando datos de acuerdo a la ficha técnica de recolección se ha calculado un caudal de bombeo 57 l/s. comprobándose que la hipótesis es verdadera. El autor Bravo (2017), en su estudio de modelación hidráulica de la red de distribución de agua potable hizo la toma de lecturas del tanque elevado, es decir, ver a cada hora cuál es la altura que tiene el tanque elevado siendo satisfactorio para la comunidad por cubrir el servicio integral.

- 4.4 De acuerdo a la hipótesis específica 3, la altura útil del reservorio elevado de 800 m³ tipo cabecera asegura el óptimo servicio de abastecimiento de agua potable en la urbanización Taboadita – Callao, 2019. En el plano hidráulico, que es el resultado de la simulación en Watercad, las presiones en cada nodo no son menores a 5 m, confirmando que la hipótesis es verdadera. Al respecto el autor Oliva (2018), en la tesis sobre diseño hidráulico de red de agua potable, el diseño se realizó con Watercad, concluyendo con la mejora de la distribución de la red para el beneficio de los pobladores de la localidad, de tal manera que tengan agua en sus propias viviendas y eviten como antes ir a puntos de captación como fue anteriormente.
- 4.5 Según la hipótesis específica 4, se comprobó que el rendimiento del reservorio elevado de 800 m³ tipo cabecera asegura el óptimo servicio de abastecimiento de agua potable en la urbanización Taboadita – Callao, 2019. De acuerdo al estudio el volumen necesario es de 400 m³, y el reservorio tiene una capacidad de 800 m³. Por tanto, el rendimiento es del 50 % el cual asegura el óptimo abastecimiento de agua. El autor Julca (2017), en su tesis del comportamiento dinámico de reservorio elevado, evaluó a 3 reservorios elevados con la normativa vigente, resultandos favorables los reservorios para beneficio de la población.

V. CONCLUSIONES

- 5.1 De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que el volumen de reserva contra incendios es de 190 m^3 y de acuerdo a la prueba de aforo el volumen de regulación es de 147.8 m^3 , necesitando un volumen de almacenamiento total de 337.8 m^3 . Este valor es menor que la capacidad total del reservorio (800 m^3). Lo que se concluye que el volumen del reservorio es suficiente para abastecer a la población.
- 5.2 Se ha calculado un caudal promedio diario de 56.51 l/s , tomando datos de acuerdo a la ficha técnica de recolección se ha calculado un caudal de bombeo 57 l/s . por lo tanto se concluye que el caudal del reservorio es suficiente para el abastecimiento de agua para la población.
- 5.3 En la simulación hidráulica realizado en el programa del watercad, se ha obtenido que en todos los nodos la presión hidráulica es mayor a 5m . Comprobándose que la altura útil del reservorio asegura el servicio de abastecimiento de agua potable en la urbanización.
- 5.4. Se comprobó que el rendimiento del reservorio elevado asegura el óptimo servicio de abastecimiento de agua potable en la parte baja de la urbanización y en la zona crítica, en la esquina superior derecha, hay nodos donde la presión es 5 , esto quiere decir que el agua llega, pero con condiciones un poco más críticas podría no llegar. Por este motivo se considera que este es un aviso de que en un futuro cercano la presión no será suficiente para abastecer a ese sector.

VI. RECOMENDACIONES

- 6.1 Se recomienda mantener el volumen del reservorio dado que está cumpliendo cabalmente su función para abastecer a la Urbanización Taboadita.
- 6.2 El caudal de bombeo es 57 l/s y el caudal de demanda es de 56.5, observándose que la diferencia es muy pequeña (0.8 %). Por lo que se recomienda aumentar el caudal de bombeo.
- 6.3 Se ha visto que la presión en ciertos sectores es muy pequeña, esto en parte se debe a que las tuberías son antiguas y la rugosidad ha aumentado, aumentando también las pérdidas de carga. Por este motivo se recomienda cambiar la red primaria que está constituida por tuberías de fierro fundido con 20 años de antigüedad, por tuberías de PVC del mismo diámetro.
- 6.4 Es preciso respecto al rendimiento considerar que al incrementarse a la población será necesario incrementar el consumo de agua, por lo es preciso determinar de manera periódica en qué medida se va incrementando la demanda para tomar decisiones con anticipación y evitar el desabastecimiento.

REFERENCIAS

- Arbaiza (2014). Métodos de Investigación – Manuales de Estilo. (1^a ed.). Perú: Lima,
- Alayo y Espinoza (216). Simulación hidráulica de la línea de conducción y red de distribución de agua potable aplicando el software watercad en la localidad de laredo. Universidad Antenor Orrego.
- Agua-LAC. 7(1), 56-62. La carencia del recurso hídrico constituye un inconveniente serio en el servicio hídrico en el país Azteca.
- Bhardwaj, (2001). Reservoirs, Towers, and Tanks. A national drinking water clearinghouse fact sheet.
- Behar (2008). Metodología de la investigación. Editorial Shalom.
- Bernal (2010). Metodología de la investigación. 3ra ed. Colombia. 106 pp. ISBN: 9789702606451
- Bravo (2017), en su estudio “Modelación hidráulica de la red de distribución de agua potable de la parroquia el retiro, Cantón Machala, provincia El Oro. Universidad Técnica de Machala, Facultad de Ingeniería Civil, Ecuador
- Carrión y Corpus (2015). Procedimiento de diseño estructural de un reservorio circular apoyado de concreto armado cumpliendo los parámetros de la propuesta de norma E30 2014 para la zona de Cajamarquilla. Universidad Ricardo Palma, Lima – Perú.
- Coral y Fernández (2018). Análisis y diseño estructural de un tanque elevado de concreto armado con capacidad de 2000 m³. Universidad de Ciencias Aplicadas, Lima – Perú.
- Córdoba (2003). Estadística descriptiva e inferencial. 5ta. Edición. Perú. Editorial Moshera SRL. ISBN: 9972-813-05-3
- Cusihuallpa (2016). Análisis de las magnitudes de los parámetros de respuesta estructural del reservorio zona sur de concreto armado de la ciudad del cusco según la norma ACI 350.3-01 y consideraciones de la norma peruana E.030 diseño sismorresistente. Universidad Andina, Cuzco – Perú.
- Chaclatana, Franco y Reyes (2011). Diseño de reservorio elevado tipo fuste. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima – Perú.

Dixitkumar (2016). International Journal of Advance Engineering and Research Development.

Enel, Procyk and Dominey (2016). Reservoir Computing Properties of Neural Dynamics in Prefrontal Cortex. Plos comput Biol. 12 (6).

Gouhei, Toshiyuki, Héroux, Nakane, Kanazawa, Takeda, Numata, Nakano and Hirose (2019). Recent advances in physical reservoir computing: A review. El servier. 115 (2019), 100 – 123.

Hernández, Fernández y Baptista (2014). Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill Interamericana Editores, 2014. ISBN: 9781456223960

Herrera y Martínez (2019). Diseño hidráulico de un tanque de succión, un tanque de regulación y red de distribución para el abastecimiento de agua en la urbanización rincón de Las Margaritas, Villavicencio – meta.

Huamaní, (2015). Diseño estructural de un reservorio elevado tipo fuste de concreto armado. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú.

Huisa (2017). Formulación de una guía de diseño para mejorar la respuesta sísmica en reservorios de concreto armado para almacenamiento de agua. Universidad Privada de Tacna – Perú.

Julca (2017). Comparación del comportamiento dinámico de reservorios elevados con estructura de soporte tipo marco, evaluados con las normas norteamericana y neozelandesa”. Universidad nacional de Cajamarca- Perú.

Lazo (2015). Diseño y análisis sísmico de reservorio circular de 250 m³ para el abastecimiento de agua potable en el distrito de Paucará, provincia de Acobamba, región de Huancavelica. Universidad Nacional de Huancavelica – Perú.

Levin & Rubin (2004). Estadística para la administración. México: Editorial Pearson.

Lozano (2018). Influencia de la interacción suelo-estructura en el análisis y diseño de un reservorio elevado tipo Intze de la ciudad de Sechura en el 2018. Universidad Nacional César Vallejo, Lima – Perú.

Mena, Cruz, Hernández y Rivero (2015). Los tanques de regularización, alternativa de solución al servicio intermitente de agua potable en el sector “bachilleres”, Chetumal, quintana roo, México.

Moreno (2015) tesis “Análisis sísmico de depósitos elevados y estudio sobre la interacción suelo- estructura”, en la Universidad de Sevilla.

Organización Panamericana de la Salud (2005)

Pastillo (2014), tesis “Cálculo y diseño de tanques rectangulares de hormigón armado con sistema de recirculación y bombeo”, Universidad Central de Ecuador.

Quezada (2010). Metodología de la investigación. España: editorial Macro.

Quezada y Salinas (2014). Diseño y análisis de un reservorio tipo fuste de 300 m³ en la ciudad de Trujillo. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo – Perú.

Torres y Montalván (2018). Evaluación por desempeño sísmico del comportamiento estructural de dos reservorios elevados con soporte tipo marco, Caballococha 2018. Universidad Científica del Perú, Loreto – Perú.

Tamayo y Tamayo (2003). El proceso de la investigación científica. 4ta. Edición, editorial Limusa. México.

Valderrama, S. (2015). Ingeniería de Métodos movimientos y tiempos. (2da Edición). Lima. Perú: Editorial San Marcos.

Verduzco, Garatuza y Díaz. Priorización de necesidades de reemplazo de tuberías usando SIG y evaluación multicriterio. Tecnología y Ciencias del Agua, 6 (1), 99-120.

Yuni y Urbano (2014). Técnicas para investigar. 1ra. Edición. Argentina: Editorial Brujas

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DE UN RESERVOIRIO ELEVADO DE 800m³ TIPO CABECERA PARA UN ÓPTIMO ABASTECIMIENTO EN LA URBANIZACIÓN TABOADITA – CALLAO, 2019

PROBLEMAS	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
PROBLEMA GENERAL ¿En qué medida la evaluación del comportamiento hidráulico de un reservorio elevado de 800 m ³ tipo cabecera, realiza un óptimo abastecimiento de agua potable, tanto en volumen de almacenamiento y presión, en la urbanización Taboadita – Callao, ¿2019?	HIPÓTESIS GENERAL Si se realiza la evaluación del comportamiento hidráulico de un reservorio elevado de 800 m ³ tipo cabecera, entonces permitirá satisfacer la demanda de consumo de agua y contribuirá al mejoramiento de la calidad de vida en la urbanización Taboadita – Callao, 2019.	OBJETIVO GENERAL Evaluar el comportamiento hidráulico de un reservorio elevado de 800 m ³ tipo cabecera para brindar un mejor servicio de abastecimiento de agua potable en la urbanización Taboadita – Callao, 2019.	X1: COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO	Volumen de reservorio	Caudal	Tipo de investigación: Aplicado Descriptivo Diseño de investigación: No Experimental Método de investigación: Cuantitativo Población: La población investigada lo conforma el total de usuarios que son 19,530 habitantes que abastece diariamente el reservorio elevado de 800m ³ tipo cabecera en la urbanización Taboadita – Callao. Muestra: Lo conforman todos los usuarios de la Urbanización Taboadita Técnica: Análisis documental y observación de campo Instrumento: Fichas de recolección de datos formulados por el investigador, formatos de pruebas y mediciones realizadas
				Medida geométrica	Volumen Altura	
				Línea de transporte de agua	Pérdida de carga	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS PROBLEMA ESPECÍFICO 1 ¿En qué medida la prueba de aforo del reservorio elevado de 800 m ³ tipo cabecera asegura el óptimo abastecimiento de agua potable en la urbanización Taboadita – ¿Callao, 2019? PROBLEMA ESPECÍFICO 2 ¿En qué medida el caudal del reservorio elevado de 800 m ³ tipo cabecera asegura el óptimo abastecimiento de agua potable en la urbanización Taboadita – ¿Callao, 2019? PROBLEMA ESPECÍFICO 3 ¿En qué medida la altura útil del reservorio elevado de 800 m ³ tipo cabecera asegura el óptimo servicio de abastecimiento de agua potable en la urbanización Taboadita – ¿Callao, 2019? PROBLEMA ESPECÍFICO 4 ¿En qué medida el rendimiento del reservorio elevado de 800 m ³ tipo cabecera asegura el óptimo servicio de abastecimiento de agua potable en la urbanización Taboadita – ¿Callao, 2019?	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1 La prueba de aforo del reservorio elevado de 800 m ³ tipo cabecera asegura el óptimo abastecimiento de agua potable en la urbanización Taboadita – Callao, 2019 HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2 El caudal del reservorio elevado de 800 m ³ tipo cabecera asegura el óptimo abastecimiento de agua potable en la urbanización Taboadita – Callao, 2019 HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3 La altura útil del reservorio elevado de 800 m ³ tipo cabecera asegura el óptimo servicio de abastecimiento de agua potable en la urbanización Taboadita – Callao, 2019 HIPÓTESIS ESPECÍFICA 4 ¿El rendimiento del reservorio elevado de 800 m ³ tipo cabecera asegura el óptimo servicio de abastecimiento de agua potable en la urbanización Taboadita – ¿Callao, 2019?	OBJETIVOS ESPECÍFICOS OBJETIVO ESPECÍFICO 1 Evaluar en qué medida la prueba de aforo del reservorio elevado de 800 m ³ tipo cabecera asegura el óptimo abastecimiento de agua potable en la urbanización Taboadita – Callao, 2019 OBJETIVO ESPECÍFICO 2 Evaluar si el caudal del reservorio elevado de 800 m ³ tipo cabecera asegura el óptimo abastecimiento de agua potable en la urbanización Taboadita – Callao, 2019 OBJETIVO ESPECÍFICO 3 Evaluar si la altura útil del reservorio elevado de 800 m ³ tipo cabecera asegura el óptimo servicio de abastecimiento de agua potable en la urbanización Taboadita – Callao, 2019 OBJETIVO ESPECÍFICO 4 ¿Evaluar en qué medida el rendimiento del reservorio elevado de 800 m ³ tipo cabecera asegura el óptimo servicio de abastecimiento de agua potable en la urbanización Taboadita – ¿Callao, 2019?	VARIABLE DEPENDIENTE			
			Y1: ÓPTIMO ABASTECIMIENTO	Servicio	Demanda de agua (m ³ /s)	

Anexo 2: Ficha de recolección de datos (Caudal de Ingreso)

FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS - CAUDAL DE INGRESO (ESTACIÓN DE BOMBEO AL RESERVORIO 800M3)																	
ESTACIÓN DE BOMBEO											CONTROLADOR DEL SISTEMA						
NOMBRE ESTACIÓN: Reservorio Taboadita - Bellavista - Callao																	
CÓDIGO: P-738				DISTRITO: Bellavista							FUNCIONAMIENTO: MANUAL <input checked="" type="checkbox"/> AUTOMÁTICO <input type="checkbox"/>						
FECHA: Del 1 al 15 de Octubre 201											NOMBRE: Rafaele Alaya Socrates Juan						
Frecuencia de Recolección		Voltaje (Voltios)			Amperaje (Amp.)			Presión (PSI)		Caudal (L/s)	Registro Volumetrico (m3)	Total Volumetrico (m3)	Hora Arranque (hh:mm)	Hora Parada (hh:mm)	Total Hora Trabajadas (hh:mm)	Horas Total día de Funcionamiento (hh:mm)	Purgas (min)
Día	Turno	RS	ST	RT	R	S	T	P1	P2								
Mar 1	M	227	228	227							3850427		00:00	07:00	7	24 horas	5min
	T	234	235	234							3851732	1305	07:00	19:00	12		
	N	235	232	235							3854174	2442	19:00	00:00	5		
Mie 2	M	236	237	236	92	91	95	50	45	53	3855117	943	00:00	07:00	7	24 horas	5min
	T	237	238	238	92	94	47	50	45	53	3856270	1153	07:00	19:00	12		
	N	234	236	235	92	92	96	50	45	53	3858497	2227	19:00	00:00	5		
Jue 3	M	236	238	236	91						3859470	973	00:00	07:00	7	24 horas	5min
	T	237	238	236							3860756	1286	07:00	19:00	12		
	N	234	236	234							3863067	2311	19:00	00:00	5		
Vie 4	M	236	237	236	92	90	94	50	45	53	3864007	940	00:00	07:00	7	24 horas	5min
	T	237	238	237	92	99	97	50	45	53	3865200	1193	07:00	19:00	12		
	N	237	238	237	92	94	97	50	45	53	3867625	2425	19:00	00:00	5		
Sab 5	M	236	237	236							3868620	995	00:00	07:00	7	24 horas	5min
	T	237	236	234							3869990	1370	07:00	19:00	12		
	N	236	237	235							3872142	2152	19:00	00:00	5		
Dom 6	M	236	238	237	92	91	94	50	45	53	3873180	1038	00:00	07:00	7	24 horas	5min
	T	235	236	235	91	91	95	50	45	53	3874536	1356	07:00	19:00	12		
	N	233	235	233	89	92	96	50	45	53	3876810	2274	19:00	00:00	5		
Lun 7	M	238	239	238							3877840	1030	00:00	07:00	7	24 horas	5min
	T	236	237	236							3878940	1100	07:00	19:00	12		
	N	237	238	237							3881102	2162	19:00	00:00	5		
Mar 8	M	235	236	235	92	91	95	50	45	53	3882116	1014	00:00	07:00	7	24 horas	5min
	T	239	240	239	91	90	94	50	45	53	3883405	1289	07:00	19:00	12		
	N	233	234	233	92	94	96	50	45	53	3885722	2317	19:00	00:00	5		
Mie 9	M	235	236	235							3886535	813	00:00	07:00	7	24 horas	5min
	T	235	237	235							3888166	1631	07:00	19:00	12		
	N	236	237	236							3890217	2051	19:00	00:00	5		
Jue 10	M	237	238	237	92	94	95	50	45		3891150	933	00:00	07:00	7	24 horas	5min
	T	235	236	235	92	94	97	50	45	53	3892307	1157	07:00	19:00	12		
	N	235	237	235	90	93	95	50	45	53	3894590	2283	19:00	00:00	5		
Vie 11	M	238	240	238							3895531	941	00:00	07:00	7	24 horas	5min
	T	237	238	237							3896810	1279	07:00	19:00	12		
	N	237	237	238							3899282	2472	19:00	00:00	5		
Sab 12	M	237	237	236	92	94	95	50	45	53	3900143	861	00:00	07:00	7	24 horas	5min
	T	238	239	237	89	92	95	50	45	52	3901148	1005	07:00	19:00	12		
	N	233	235	233	90	93	96	50	45	52	3903049	1901	19:00	00:00	5		
Dom 13	M	236	237	236							3904013	964	00:00	07:00	7	24 horas	5min
	T	239	241	239							3905495	1482	07:00	19:00	12		
	N	237	238	237							3907010	1515	19:00	00:00	5		
Lun 14	M	238	239	238	92	93	95	50	45	53	3908430	1420	00:00	07:00	7	24 horas	5min
	T	236	237	236	91	93	95	50	45	53	3909867	1437	07:00	19:00	12		
	N	235	237	235	90	90	95	50	45	52	3912192	2325	19:00	00:00	5		
Mar 15	M	237	238	237	91	92	95	50	45	51	3913107	915	00:00	07:00	7	24 horas	5min
	T	235	236	235							3914463	1356	07:00	19:00	12		
	N	237	238	237							3916905	2442	19:00	00:00	5		

Anexo 3: Ficha de recolección de datos (Caudal de Salida)

FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS - CAUDAL DE SALIDA (RESERVORIO DE 800M3 A LA POBLACIÓN)																	
ESTACIÓN DE BOMBEO												CONTROLADOR DEL SISTEMA					
NOMBRE ESTACIÓN: Reservorio Taboadita - Bellavista - Callao																	
CÓDIGO: P-738				DISTRITO: Bellavista								FUNCIONAMIENTO: MANUAL <input checked="" type="checkbox"/>				AUTOMÁTICO <input type="checkbox"/>	
FECHA: Del 1 al 17 de Octubre 201												NOMBRE: Rafael Alaya Socrates Juan					
Frecuencia de Recolección		Voltaje (Voltios)			Amperaje (Amp.)			Presión (PSI)		Caudal (L/s)	Registro Volumetrico (m3)	Total Volumetrico (m3)	Hora Arranque (hh:mm)	Hora Parada (hh:mm)	Total Hora Trabajadas (hh:mm)	Horas Total día de Funcionamiento (hh:mm)	Purgas (min)
Día	Turno	RS	ST	RT	R	S	T	P1	P2								
Mar 1	M	227	228	227	92	95	96	50	45	53	3850427		00:00	07:00	7	24 horas	5min
	T	234	235	234	91	91	94	50	45	53	3851732	1305	07:00	19:00	12		
	N	235	232	235	92	91	93	50	45	53	3854174	2442	19:00	00:00	5		
Mie 2	M	236	237	238							3855154	980	00:00	07:00	7	24 horas	5min
	T	237	238	236							3856270	1116	07:00	19:00	12		
	N	234	236	235							3858497	2227	19:00	00:00	5		
Jue 3	M	236	238	236	91	92	94				3859470	973	00:00	07:00	7	24 horas	5min
	T	236	238	236	91	92	95	50	45	52	3861067	1597	07:00	19:00	12		
	N	234	236	234	90	92	95	50	45	52	3863027	1960	19:00	00:00	5		
Vie 4	M	236	237	236							3864007	980	00:00	07:00	7	24 horas	5min
	T	237	238	237							3865200	1193	07:00	19:00	12		
	N	237	238	237							3867625	2425	19:00	00:00	5		
Sab 5	M	236	237	236	92	94	96	50	45	52	3868620	995	00:00	07:00	7	24 horas	5min
	T	237	237	236	92	92	95	50	45	53	3869990	1370	07:00	19:00	12		
	N	236	237	235	90	92	95	50	45	52	3872142	2152	19:00	00:00	5		
Dom 6	M	236	238	237							3873180	1038	00:00	07:00	7	24 horas	5min
	T	235	236	235							3874536	1356	07:00	19:00	12		
	N	233	235	233							3876810	2274	19:00	00:00	5		
Lun 7	M	238	239	238	91	91	94	50	45	52	3877840	1030	00:00	07:00	7	24 horas	5min
	T	236	237	236	91	92	93	50	45	52	3878876	1036	07:00	19:00	12		
	N	237	238	237	91	91	94	50	45	52	3881102	2226	19:00	00:00	5		
Mar 8	M	235	236	235							3882116	1014	00:00	07:00	7	24 horas	5min
	T	239	240	239							3883405	1289	07:00	19:00	12		
	N	233	234	233							3885540	2135	19:00	00:00	5		
Mie 9	M	235	234	235	92	94	97	50	45	53	3886535	995	00:00	07:00	7	24 horas	5min
	T	235	236	235	89	91	95	50	45	52	3888016	1481	07:00	19:00	12		
	N	236	237	236	89	92	94	50	45	52	3890217	2201	19:00	00:00	5		
Jue 10	M	237	237	237							3891150	933	00:00	07:00	7	24 horas	5min
	T	235	238	235							3892307	1157	07:00	19:00	12		
	N	235	236	235							3894590	2283	19:00	00:00	5		
Vie 11	M	238	237	238	91	93	94	50	45	52	3895531	941	00:00	07:00	7	24 horas	5min
	T	237	240	237	92	94	97	50	45	53	3896810	1279	07:00	19:00	12		
	N	235	238	235	91	93	97	50	45	53	3899282	2472	19:00	00:00	5		
Sab 12	M	235	238	235							3900143	861	00:00	07:00	7	24 horas	5min
	T	238	239	237							3901674	1531	07:00	19:00	12		
	N	233	235	233							3903049	1375	19:00	00:00	5		
Dom 13	M	236	237	236	91	92	95	50	45	53	3904013	964	00:00	07:00	7	24 horas	5min
	T	239	241	239	90	91	94	50	50	52	3905495	1482	07:00	19:00	12		
	N	237	238	237	92	94	97	50	45	52	3907610	2115	19:00	00:00	5		
Lun 14	M	238	239	238							3908430	820	00:00	07:00	7	24 horas	5min
	T	236	237	236							3909867	1437	07:00	19:00	12		
	N	235	237	235							3912197	2330	19:00	00:00	5		
Mar 15	M	237	238	237	91	92	95	50	45	51	3913107	910	00:00	07:00	7	24 horas	5min
	T	235	236	238	92	91	94	50	45	52	3914463	1356	07:00	19:00	12		
	N	237	230	237	92	94	97	50	45	53	3916905	2442	19:00	00:00	5		

Anexo 4: Ficha de recolección de Datos (Telemetría)

FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS - TEMERARIA (RESERVORIO DE 800M3 A LA POBLACIÓN)								
ESTACIÓN DE BOMBEO								
NOMBRE ESTACIÓN: Reservorio Taboadita - Bellavista - Callao								
CÓDIGO: P-738								

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5: Tabla de muestra del área y caudal unitario tiene cada uno de los nodos.

Punto	Nº ion Área (Ha)	junct	Q (l/s)
1	J-47	0.19	0.103488429
2	J-48	0.7543	0.410849061
3	J-49	0.1966	0.10708329
4	J-50	0.1384	0.07538315
5	J-51	0.1084	0.059042872
6	J-52	0.1798	0.097932734
7	J-53	0.1879	0.102344609
8	J-54	0.1665	0.090688544
9	J-55	0.3304	0.179960931
10	J-56	0.2069	0.112693452
11	J-57	0.1522	0.082899678
12	J-58	0.0813	0.044282154
13	J-59	0.2085	0.113564933
14	J-60	0.1258	0.068520233
15	J-61	0.1602	0.087257086
16	J-62	0.7239	0.394290913
17	J-63	0.4876	0.265583988
18	J-64	0.2074	0.11296579
19	J-65	0.169	0.092050234
20	J-66	0.1218	0.066341529
21	J-67	0.1614	0.087910697
22	J-68	0.1253	0.068247895
23	J-69	0.6316	0.344017324
24	J-70	0.1664	0.090634076
25	J-71	0.1509	0.082191599
26	J-72	0.1605	0.087420488
27	J-73	0.1513	0.08240947
28	J-74	0.1644	0.089544725
29	J-75	0.1262	0.068738104
30	J-76	0.1326	0.07222403
31	J-77	0.899	0.48966367
32	J-78	0.209	0.113837271
33	J-79	0.1238	0.067430881
34	J-80	0.0603	0.032843959
35	J-81	0.3693	0.201148825
36	J-82	0.084	0.045752779
37	J-83	0.1668	0.090851947
38	J-84	0.071	0.038671992

Punto	Nº ion	junct	Q (l/s)
39	Area (Ha) J-85	0.1182	0.064380696
40	J-86	0.0604	0.032898427
41	J-87	0.1208	0.065796854
42	J-88	0.0909	0.049511043
43	J-89	0.1771	0.096462109
44	J-90	0.0607	0.03306183
45	J-91	0.1131	0.061602849
46	J-92	0.1189	0.064761969
47	J-93	0.0939	0.051145071
48	J-94	0.0614	0.033443103
49	J-95	0.1264	0.068847039
50	J-96	0.1835	0.099948035
51	J-97	0.1244	0.067757687
52	J-98	0.1024	0.055774816
53	J-99	0.1036	0.056428427
54	J-100	0.1208	0.065796854
55	J-101	0.0813	0.044282154
56	J-102	0.1133	0.061711784
57	J-103	0.2371	0.129142665
58	J-104	0.1135	0.061820719
59	J-105	0.1044	0.056864168
60	J-106	0.0586	0.03191801
61	J-107	0.1541	0.083934562
62	J-108	0.0691	0.037637107
63	J-109	0.3834	0.208828755
64	J-110	0.1095	0.059642015
65	J-111	0.1713	0.093302989
66	J-112	0.13	0.070807872
67	J-113	0.1846	0.100547179
68	J-114	0.1712	0.093248521
69	J-115	0.1032	0.056210557
70	J-116	0.1101	0.059968821
71	J-117	0.1069	0.058225858
72	J-118	0.0941	0.051254006
73	J-119	0.2827	0.153979888
74	J-120	0.0861	0.046896598
75	J-121	0.1821	0.099185489
76	J-122	0.189	0.102943753
77	J-123	0.3713	0.202238176
78	J-124	0.1222	0.0665594

Punto	Nº (Ha)	Área	Q (l/s)
79	J-125	0.202	0.11002454
80	J-126	1.1355	0.61847953
81	J-127	0.072	0.039216668
82	J-128	0.1116	0.060785835
83	J-129	0.1294	0.070481067
84	J-130	0.1102	0.060023289
85	J-131	0.223	0.121462735
86	J-132	0.1659	0.090361738
87	J-133	0.1331	0.072496368
88	J-134	0.0711	0.038726459
89	J-135	0.4429	0.241236974
90	J-136	0.116	0.063182409
91	J-137	0.1431	0.077943127
92	J-138	0.2737	0.149077805
93	J-139	0.2783	0.151583314
94	J-140	0.1557	0.084806044
95	J-141	0.0812	0.044227686
96	J-142	0.1161	0.063236877
97	J-143	0.4888	0.266237599
98	J-144	0.149	0.081156715
99	J-145	0.1547	0.084261368
100	J-146	0.2067	0.112584517
101	J-147	0.1354	0.073749122
102	J-148	0.1993	0.108553915
103	J-149	0.1148	0.062528798
104	J-150	0.1583	0.086222201
105	J-151	0.193	0.105122456
106	J-152	0.1328	0.072332965
107	J-153	0.1329	0.072387432
108	J-154	0.2529	0.137748545
109	J-155	0.2866	0.156104124
110	J-156	0.0628	0.034205649
111	J-157	0.1165	0.063454747
112	J-158	0.227	0.123641438
113	J-159	0.2212	0.120482318
114	J-160	0.1997	0.108771785
115	J-161	0.0876	0.047713612
116	J-162	0.1327	0.072278497
117	J-163	0.0861	0.046896598
118	J-164	0.1351	0.073585719

Punto	Nº ion	junct	Q (l/s)
119	J-165 Area (Ha)	0.2673	0.145591879
120	J-166	0.2246	0.122334216
121	J-167	0.112	0.061003705
122	J-168	0.1123	0.061167108
123	J-169	0.1375	0.074892942
124	J-170	0.0952	0.051853149
125	J-171	0.1196	0.065143242
126	J-172	0.0771	0.041994515
127	J-173	0.1391	0.075764423
128	J-174	0.2998	0.163293847
129	J-175	0.1947	0.106048405
130	J-176	0.1472	0.080176298
131	J-177	0.1867	0.101690998
132	J-178	0.1036	0.056428427
133	J-179	0.0743	0.040469422
134	J-180	0.1255	0.06835683
135	J-181	0.1244	0.067757687
136	J-182	0.1144	0.062310928
137	J-183	0.3301	0.179797528
138	J-184	0.2385	0.129905212
139	J-185	0.1962	0.106865419
140	J-186	0.1949	0.106157341
141	J-187	0.0777	0.042321321
142	J-188	0.1776	0.096734447
143	J-189	0.3637	0.198098639
144	J-190	0.1745	0.095045952
145	J-191	0.3574	0.194667181
146	J-192	0.2226	0.121244864
147	J-193	0.19	0.103488429
148	J-194	0.1759	0.095808498
149	J-195	0.1734	0.094446808
150	J-196	0.2183	0.118902758
151	J-197	0.2122	0.115580234
152	J-198	0.1267	0.069010442
153	J-199	0.1079	0.058770534
154	J-200	0.1535	0.083607757
155	J-201	0.4247	0.231323872
156	J-202	0.1105	0.060186691
157	J-203	0.1518	0.082681808
158	J-204	0.0549	0.029902709

Punto	Nº (Ha)	Área	Q (l/s)
159	J-205	0.111	0.060459029
160	J-206	0.1463	0.07968609
161	J-207	0.1376	0.074947409
162	J-208	0.0689	0.037528172
163	J-209	0.208	0.113292595
164	J-210	0.207	0.11274792
165	J-211	0.304	0.165581486
166	J-212	0.2767	0.150711833
167	J-213	0.2347	0.127835443
168	J-214	0.1803	0.098205072
169	J-215	0.1579	0.086004331
170	J-216	0.4316	0.235082136
171	J-217	1.2789	0.69658606
172	J-218	0.2094	0.114055142
173	J-219	0.1851	0.100819516
174	J-220	0.1375	0.074892942
175	J-221	0.1127	0.061384978
176	J-222	0.1827	0.099512294
177	J-223	0.2404	0.130940096
178	J-224	0.2825	0.153870953
179	J-225	0.1594	0.086821345
180	J-226	0.2811	0.153108407
181	J-227	0.29	0.157956023
182	J-228	0.3907	0.21280489
183	J-229	0.0879	0.047877015
184	J-230	0.1164	0.063400279
185	J-231	0.2222	0.121026994
186	J-232	0.4142	0.225604774
187	J-233	0.3194	0.173969495
188	J-234	0.1593	0.086766877
189	J-235	0.1241	0.067594284
190	J-236	0.1332	0.072550835
191	J-237	0.3024	0.164710004
192	J-238	0.2565	0.139709379
193	J-239	0.2536	0.138129818
194	J-240	0.2558	0.139328105
195	J-241	0.1261	0.068683636
196	J-242	0.2501	0.136223453
197	J-243	0.1123	0.061167108
198	J-244	0.0745	0.040578358

Punto	Nº	Área	Q (l/s)
199	J-245	0.1386	0.075492085
200	J-246	0.2257	0.12293336
201	J-247	0.1238	0.067430881
202	J-248	0.137	0.074620604
203	J-249	0.1935	0.105394794
204	J-250	0.1464	0.079740558
205	J-251	0.2389	0.130123082
206	J-252	0.1149	0.062583265
207	J-253	0.1198	0.065252178
208	J-254	0.2879	0.156812203
209	J-255	0.2841	0.154742435
210	J-256	0.4552	0.247936488
211	J-257	0.2445	0.133173267
212	J-258	0.0876	0.047713612
213	J-259	0.2164	0.117867873
214	J-260	0.1948	0.106102873
215	J-261	0.2273	0.123804841
216	J-262	0.2151	0.117159795
217	J-263	0.122	0.066450465
218	J-264	0.2427	0.132192851
219	J-265	0.0823	0.04482683
220	J-266	0.3428	0.186714912
221	J-267	0.3975	0.216508686
222	J-268	0.1345	0.073258914
223	J-269	0.3252	0.177128616
224	J-270	0.1281	0.069772988
225	J-271	0.1754	0.09553616
226	J-272	0.1686	0.091832363
227	J-273	0.3144	0.171246116
228	J-274	0.1032	0.056210557
229	J-275	0.2454	0.133663476
230	J-276	0.2682	0.146082087
231	J-277	0.2232	0.12157167
232	J-278	0.4118	0.224297552
233	J-279	0.7353	0.400500219
234	J-280	0.196	0.106756484
235	J-281	0.2702	0.147171439
236	J-282	0.2277	0.124022712
237	J-283	0.1318	0.071788289
238	J-284	0.2474	0.134752828

Punto	Nº (Ha)	Área	Q (l/s)
239	J-285	0.2273	0.123804841
240	J-286	0.1255	0.06835683
241	J-287	0.2907	0.158337296
242	J-288	0.2584	0.140744263
243	J-289	0.2924	0.159263245
244	J-290	0.34	0.18518982
245	J-291	0.1626	0.088564308
246	J-292	0.3233	0.176093731
247	J-293	0.2198	0.119719772
248	J-294	0.1135	0.061820719
249	J-295	0.1216	0.066232594
250	J-296	0.0962	0.052397825
251	J-297	0.3051	0.166180629
252	J-298	0.1945	0.10593947
253	J-299	0.1152	0.062746668
254	J-300	0.2232	0.12157167
255	J-301	0.3704	0.201747968
256	J-302	0.114	0.062093057
257	J-303	0.2645	0.144066786
258	J-304	0.3283	0.178817111
259	J-305	0.3048	0.166017226
260	J-306	0.3718	0.202510514
261	J-307	0.4083	0.222391186
262	J-308	0.1788	0.097388058
263	J-309	0.1462	0.079631622
264	J-310	0.1559	0.084914979
265	J-311	0.3557	0.193741232
266	J-312	0.4392	0.239221673
267	J-313	0.5372	0.292599915
268	J-314	0.3068	0.167106578
269	J-315	0.1466	0.079849493
270	J-316	0.3313	0.180451139
271	J-317	0.182	0.099131021
272	J-318	0.7088	0.386066306
273	J-319	0.0948	0.051635279
274	J-320	0.289	0.157411347
275	J-321	0.0945	0.051471876
276	J-322	0.3163	0.172281
277	J-323	0.1868	0.101745466
278	J-324	0.111	0.060459029

Punto	Nº (Ha)	Área	Q (l/s)
279	J-325	0.1754	0.09553616
280	J-326	0.173	0.094228938
281	J-327	0.4358	0.237369775
282	J-328	0.2362	0.128652457
283	J-329	0.1188	0.064707502
284	J-330	0.5969	0.325117069
285	J-331	0.2713	0.147770582
286	J-332	0.2753	0.149949286
287	J-333	0.3635	0.197989704
288	J-334	0.6746	0.367438389
289	J-335	0.3458	0.18834894
290	J-336	0.2947	0.160515999
291	J-337	0.3664	0.199569264
292	J-338	0.1011	0.055066738
293	J-339	0.132	0.071897224
294	J-340	1.2616	0.687163166
295	J-341	0.3665	0.199623732
296	J-342	0.3876	0.211116394
297	J-343	0.3123	0.170102296
298	J-344	0.2821	0.153653083
299	J-345	0.1529	0.083280951
300	J-346	0.0904	0.049238705
301	J-347	0.1896	0.103270558
302	J-348	0.3764	0.205016024
303	J-349	0.3118	0.169829958
304	J-350	0.1614	0.087910697
305	J-351	0.2952	0.160788337
306	J-352	0.2871	0.156376462
307	J-353	0.1661	0.090470674
308	J-354	0.3611	0.196682482
309	J-355	0.528	0.287588896
310	J-356	0.2286	0.12451292
311	J-357	1.1895	0.647892031
312	J-358	1.3946	0.759605066
313	J-359	0.3128	0.170374634
314	J-360	0.2846	0.155014772
315	J-361	0.2444	0.1331188
316	J-362	0.3258	0.177455421
317	J-363	0.3082	0.167869125
318	J-364	0.3553	0.193523361

Punto	Nº (Ha)	Área	Q (l/s)
319	J-365	0.5102	0.277893665
320	J-366	0.7742	0.421688113
321	J-367	0.1872	0.101963336
322	J-368	0.6499	0.353984893
323	J-369	0.4298	0.234101719
324	J-370	0.1968	0.107192225
325	J-371	0.339	0.184645144
326	J-372	0.7288	0.396959825
327	J-373	0.1653	0.090034933
328	J-374	0.9376	0.510688161
329	J-375	0.6267	0.341348412
330	J-376	0.1534	0.083553289
331	J-377	0.43	0.234210654
332	J-378	0.0169	0.009205023
333	J-379	0.0109	0.005936968
334	J-380	0.1819	0.099076553
335	J-381	0.2897	0.15779262
336	J-382	0.3095	0.168577203
337	J-383	0.2224	0.121135929
338	J-384	0.6645	0.361937162
339	J-385	0.1458	0.079413752
340	J-386	0.4497	0.24494077
341	J-387	0.4098	0.2232082
342	J-388	0.6965	0.379366792
343	J-389	3.0761	1.675477659
344	J-390	0.5968	0.325062601
345	J-391	0.1916	0.10435991
346	J-392	0.2976	0.16209556
347	J-393	0.7714	0.42016302
348	J-394	0.536	0.291946304
349	J-395	0.3515	0.191453593
350	J-396	0.1985	0.108118174
351	J-397	0.3215	0.175113315
352	J-398	0.1894	0.103161623
353	J-399	0.195	0.106211808
354	J-400	0.2561	0.139491508
355	J-401	0.1714	0.093357456
356	J-402	0.1805	0.098314007
357	J-403	0.1175	0.063999423
358	J-404	0.0774	0.042157918

Punto	Nº (Ha)	Área	Q (l/s)
359	J-405	0.9991	0.544185732
360	J-406	0.1288	0.070154261
361	J-407	0.1366	0.074402733
362	J-408	0.3918	0.213404033
363	J-409	0.185	0.100765049
364	J-410	0.283	0.154143291
365	J-411	0.2302	0.125384401
366	J-412	0.2228	0.121353799
367	J-413	0.2538	0.138238754
368	J-414	0.0811	0.044173219
369	J-415	0.4728	0.257522784
370	J-416	0.2104	0.114599818
371	J-417	0.2837	0.154524564
372	J-418	0.4282	0.233230237
373	J-419	0.1917	0.104414378
374	J-420	0.381	0.207521533
375	J-421	0.314	0.171028245
376	J-422	0.3354	0.18268431
377	J-423	0.1776	0.096734447
378	J-424	0.357	0.194449311
379	J-425	0.2213	0.120536785
380	J-426	0.336	0.183011116
381	J-427	0.2511	0.136768129
382	J-428	0.1938	0.105558197
383	J-429	0.2676	0.145755282
384	J-430	0.3205	0.174568639
385	J-431	1.0843	0.590592122
386	J-432	0.2822	0.15370755
387	J-433	1.1627	0.633294715
388	J-434	1.634	0.890000486
389	J-435	0.2268	0.123532503
390	J-436	1.0189	0.554970315
391	J-437	0.5442	0.296412646
392	J-438	1.2316	0.670822888
393	J-439	1.4011	0.763145459
394	J-440	0.2623	0.142868499
395	J-441	1.5881	0.86499986
396	J-442	1.6473	0.897244676
397	J-443	0.3358	0.182902181
398	J-444	0.2742	0.149350143

Punto	Nº (Ha)	Área	Q (l/s)
399	J-445	0.4807	0.261825724
400	J-446	1.0558	0.575068857
401	J-447	0.205	0.111658568
402	J-448	3.4675	1.888663822
403	J-449	1.8511	1.008249632
404	J-450	0.2431	0.132410721
405	J-451	0.0754	0.041068566
406	J-452	0.2513	0.136877064
407	J-453	0.2515	0.136985999
408	J-454	0.3707	0.201911371
409	J-455	0.4839	0.263568687
410	J-456	0.1894	0.103161623
411	J-457	0.5169	0.281542993
412	J-458	0.7975	0.434379062
413	J-459	2.9204	1.590671615
414	J-460	0.194	0.105667132
415	J-461	3.0733	1.673952566
416	J-462	0.5972	0.325280471
417	J-463	0.6191	0.337208874
418	J-464	2.4044	1.30961883
419	J-465	2.0111	1.095397783
420	J-466	1.3228	0.720497333
421	J-467	1.6117	0.877854212
422	J-468	0.4345	0.236661696
423	J-9	0.2958	0.161115143

Fuente: Elaboración propia Watercad

Anexo6. Tabla de tuberías

Nodo de inicio	Nodo final	Diámetro (mm)	Material	Hazen-Williams C	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Gradiente de pérdida de carga (cm/m)	Pérdida de carga (m)
J-1	J-2	200	Ductile Iron	110	4	32.97	1.05	79.1	0
J-3	J-4	200	Ductile Iron	110	23	-28	0.89	58.47	0.1
J-5	J-6	200	Ductile Iron	110	29	6.7	0.21	4.13	0
J-7	J-8	200	Ductile Iron	110	29	16.85	0.54	22.82	0.1
T-4	J-9	200	Ductile Iron	110	43	74	2.36	353.61	1.5
J-10	J-11	200	Ductile Iron	110	50	10.05	0.32	8.77	0
J-12	J-13	200	Ductile Iron	110	51	15.38	0.49	19.28	0.1
J-14	J-15	200	Ductile Iron	110	51	19.74	0.63	30.6	0.2
J-16	J-17	200	Ductile Iron	110	52	14.39	0.46	17.05	0.1
J-18	J-19	200	Ductile Iron	110	52	11.05	0.35	10.44	0.1
J-20	J-12	200	Ductile Iron	110	52	18.01	0.57	25.82	0.1
J-21	J-22	200	Ductile Iron	110	53	9.92	0.32	8.55	0
J-2	J-14	200	Ductile Iron	110	56	23.13	0.74	41.03	0.2
J-23	J-24	200	Ductile Iron	110	56	13.08	0.42	14.27	0.1
J-25	J-18	200	Ductile Iron	110	56	11.96	0.38	12.09	0.1
J-19	J-26	200	Ductile Iron	110	57	10.55	0.34	9.59	0.1
J-24	J-25	200	Ductile Iron	110	57	12.74	0.41	13.6	0.1
J-27	J-28	200	Ductile Iron	110	66	2.59	0.08	0.71	0
J-29	J-30	200	Ductile Iron	110	66	6.11	0.19	3.49	0
J-30	J-31	200	Ductile Iron	110	66	5.57	0.18	2.93	0
J-3	J-32	200	Ductile Iron	110	67	15.86	0.5	20.41	0.1
J-13	J-33	200	Ductile Iron	110	69	15.1	0.48	18.64	0.1
J-34	J-7	200	Ductile Iron	110	94	16.53	0.53	22.02	0.2
J-35	J-36	200	Ductile Iron	110	117	-4.13	0.13	1.69	0
J-32	J-37	200	Ductile Iron	110	127	12.92	0.41	13.95	0.2
J-38	J-27	200	Ductile Iron	110	131	3.82	0.12	1.46	0
J-31	J-38	200	Ductile Iron	110	131	4.66	0.15	2.11	0
J-39	J-29	200	Ductile Iron	110	131	7.07	0.22	4.56	0.1
J-22	J-39	200	Ductile Iron	110	132	7.88	0.25	5.59	0.1
J-26	J-21	200	Ductile Iron	110	187	10.02	0.32	8.72	0.2
J-17	J-10	200	Ductile Iron	110	157	12.05	0.38	12.26	0.2
J-40	J-41	200	Ductile Iron	110	159	-10.13	0.32	8.9	0.1
J-42	J-35	200	Ductile Iron	110	353	-3.1	0.1	0.99	0
J-33	J-23	200	Ductile Iron	110	184	14.59	0.46	17.49	0.3
J-15	J-34	200	Ductile Iron	110	190	21.72	0.69	36.51	0.7
J-36	J-40	200	Ductile Iron	110	201	-4.13	0.13	1.69	0
J-4	J-16	200	Ductile Iron	110	203	12.87	0.41	13.85	0.3
J-9	J-1	200	Ductile Iron	110	295	73.84	2.35	352.19	10.6
J-8	J-20	200	Ductile Iron	110	265	15.07	0.48	18.55	0.5

Nodo de inicio	Nodo final	Diámetro (mm)	Material	Hazen-Williams C	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Gradiente de pérdida de carga (cm/m)	Pérdida de carga (m)
J-6	J-43	200	Ductile Iron	110	211	13.12	0.42	14.35	0.3
J-43	J-44	200	Ductile Iron	110	212	5.36	0.17	2.73	0.1
J-1	J-4	200	Ductile Iron	110	218	40.87	1.3	117.77	2.6
J-45	J-5	200	Ductile Iron	110	243	4.57	0.15	2.03	0.1
J-28	J-5	200	Ductile Iron	110	293	2.13	0.07	0.5	0
J-46	J-3	200	Ductile Iron	110	320	-12.14	0.39	12.44	0.4
J-11	J-45	200	Ductile Iron	110	374	5.75	0.18	3.11	0.1
J-41	J-46	200	Ductile Iron	110	413	-10.13	0.32	8.9	0.4
J-44	J-42	200	Ductile Iron	110	620	-1.6	0.05	0.29	0
J-37	J-6	200	Ductile Iron	110	887	6.42	0.2	3.82	0.3
J-40	J-47	100	Ductile Iron	110	6	6	0.76	98.73	0.1
J-48	J-35	100	Ductile Iron	110	6	-1.03	0.13	3.8	0
J-7	J-49	100	Ductile Iron	110	7	-0.32	0.04	0.44	0
J-34	J-50	100	Ductile Iron	110	8	5.19	0.66	75.39	0.1
J-51	J-52	100	Ductile Iron	110	8	-0.52	0.07	1.05	0
J-15	J-53	100	Ductile Iron	110	9	-1.97	0.25	12.58	0
J-14	J-54	100	Ductile Iron	110	9	3.39	0.43	34.22	0
J-55	J-56	100	Ductile Iron	110	10	0.29	0.04	0.35	0
J-57	J-58	100	Ductile Iron	110	10	0.65	0.08	1.63	0
J-2	J-59	100	Ductile Iron	110	11	9.84	1.25	246.6	0.3
J-37	J-60	100	Ductile Iron	110	12	6.5	0.83	114.27	0.1
J-10	J-61	100	Ductile Iron	110	12	1.99	0.25	12.83	0
J-32	J-62	100	Ductile Iron	110	12	2.95	0.38	26.43	0
J-45	J-63	100	Ductile Iron	110	12	1.18	0.15	4.84	0
J-22	J-64	100	Ductile Iron	110	13	2.04	0.26	13.35	0
J-65	J-66	100	Ductile Iron	110	13	-0.16	0.02	0.13	0
J-39	J-67	100	Ductile Iron	110	13	0.81	0.1	2.45	0
J-68	J-69	100	Ductile Iron	110	13	-0.75	0.1	2.11	0
J-29	J-70	100	Ductile Iron	110	13	0.96	0.12	3.28	0
J-30	J-71	100	Ductile Iron	110	13	0.54	0.07	1.15	0
J-31	J-72	100	Ductile Iron	110	13	0.91	0.12	2.98	0
J-38	J-73	100	Ductile Iron	110	14	0.84	0.11	2.57	0
J-27	J-74	100	Ductile Iron	110	14	1.23	0.16	5.22	0
J-28	J-75	100	Ductile Iron	110	14	0.46	0.06	0.86	0
J-17	J-76	100	Ductile Iron	110	14	2.35	0.3	17.35	0
J-77	J-46	100	Ductile Iron	110	15	-2.01	0.26	13.01	0
J-16	J-78	100	Ductile Iron	110	15	-1.53	0.19	7.83	0
J-79	J-80	100	Ductile Iron	110	16	-0.2	0.03	0.18	0
J-11	J-81	100	Ductile Iron	110	16	4.31	0.55	53.4	0.1
J-82	J-83	100	Ductile Iron	110	17	0.18	0.02	0.16	0

Nodo de inicio	Nodo final	Diámetro (mm)	Material	Hazen-Williams C	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Gradiente de pérdida de carga (cm/m)	Pérdida de carga (m)
J-84	J-85	100	Ductile Iron	110	18	1.58	0.2	8.36	0
J-86	J-87	100	Ductile Iron	110	18	0.2	0.02	0.18	0
J-88	J-89	100	Ductile Iron	110	18	0.17	0.02	0.14	0
J-90	J-91	100	Ductile Iron	110	18	0.17	0.02	0.13	0
J-92	J-93	100	Ductile Iron	110	18	-0.45	0.06	0.81	0
J-94	J-95	100	Ductile Iron	110	18	0.18	0.02	0.15	0
J-82	J-96	100	Ductile Iron	110	19	0.2	0.03	0.18	0
J-97	J-86	100	Ductile Iron	110	20	-0.2	0.02	0.17	0
J-98	J-99	100	Ductile Iron	110	20	0.4	0.05	0.65	0
J-100	J-94	100	Ductile Iron	110	20	-0.16	0.02	0.12	0
J-101	J-102	100	Ductile Iron	110	20	0.12	0.02	0.07	0
J-103	J-104	100	Ductile Iron	110	20	0.29	0.04	0.35	0
J-105	J-106	100	Ductile Iron	110	21	0.03	0	0.01	0
J-107	J-108	100	Ductile Iron	110	21	0.04	0	0.01	0
J-109	J-110	100	Ductile Iron	110	21	0.2	0.03	0.18	0
J-111	J-88	100	Ductile Iron	110	21	-0.16	0.02	0.13	0
J-112	J-90	100	Ductile Iron	110	21	-0.18	0.02	0.15	0
J-113	J-114	100	Ductile Iron	110	21	0.7	0.09	1.86	0
J-102	J-115	100	Ductile Iron	110	21	0.06	0.01	0.02	0
J-116	J-117	100	Ductile Iron	110	21	0.06	0.01	0.02	0
J-110	J-118	100	Ductile Iron	110	21	0.14	0.02	0.09	0
J-119	J-120	100	Ductile Iron	110	21	0.76	0.1	2.14	0
J-99	J-121	100	Ductile Iron	110	21	0.1	0.01	0.05	0
J-122	J-123	100	Ductile Iron	110	21	0.2	0.03	0.19	0
J-80	J-124	100	Ductile Iron	110	21	0.19	0.02	0.16	0
J-118	J-105	100	Ductile Iron	110	22	0.09	0.01	0.04	0
J-51	J-125	100	Ductile Iron	110	22	0.11	0.01	0.06	0
J-43	J-126	100	Ductile Iron	110	23	7.76	0.99	158.93	0.4
J-127	J-128	100	Ductile Iron	110	23	0.06	0.01	0.02	0
J-129	J-130	100	Ductile Iron	110	24	0.06	0.01	0.02	0
J-131	J-132	100	Ductile Iron	110	24	0.3	0.04	0.4	0
J-133	J-134	100	Ductile Iron	110	24	0.04	0	0.01	0
J-47	J-135	100	Ductile Iron	110	24	5.7	0.73	89.85	0.2
J-136	J-137	100	Ductile Iron	110	24	0.36	0.05	0.54	0
J-33	J-138	100	Ductile Iron	110	24	0.51	0.07	1.03	0
J-139	J-140	100	Ductile Iron	110	24	0.32	0.04	0.43	0
J-141	J-142	100	Ductile Iron	110	24	0.19	0.02	0.17	0
J-44	J-143	100	Ductile Iron	110	25	6.96	0.89	129.8	0.3
J-61	J-144	100	Ductile Iron	110	25	1.53	0.2	7.87	0
J-145	J-146	100	Ductile Iron	110	25	0.53	0.07	1.09	0

Nodo de inicio	Nodo final	Diámetro (mm)	Material	Hazen-Williams C	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Gradiente de pérdida de carga (cm/m)	Pérdida de carga (m)
J-73	J-147	100	Ductile Iron	110	25	0.36	0.05	0.54	0
J-148	J-122	100	Ductile Iron	110	25	0.31	0.04	0.4	0
J-149	J-127	100	Ductile Iron	110	25	0.1	0.01	0.05	0
J-150	J-98	100	Ductile Iron	110	25	0.68	0.09	1.76	0
J-72	J-151	100	Ductile Iron	110	25	0.84	0.11	2.6	0
J-90	J-152	100	Ductile Iron	110	26	-0.38	0.05	0.6	0
J-94	J-153	100	Ductile Iron	110	26	-0.38	0.05	0.59	0
J-64	J-154	100	Ductile Iron	110	26	0.55	0.07	1.19	0
J-155	J-18	100	Ductile Iron	110	26	-0.91	0.12	3	0
J-156	J-157	100	Ductile Iron	110	26	-0.03	0	0.01	0
J-158	J-25	100	Ductile Iron	110	26	-0.78	0.1	2.28	0
J-159	J-160	100	Ductile Iron	110	26	0.81	0.1	2.39	0
J-104	J-161	100	Ductile Iron	110	26	0.05	0.01	0.01	0
J-162	J-88	100	Ductile Iron	110	26	0.38	0.05	0.61	0
J-163	J-164	100	Ductile Iron	110	26	0.24	0.03	0.25	0
J-24	J-165	100	Ductile Iron	110	26	0.34	0.04	0.48	0
J-146	J-148	100	Ductile Iron	110	26	0.41	0.05	0.7	0
J-67	J-166	100	Ductile Iron	110	26	0.23	0.03	0.24	0
J-75	J-86	100	Ductile Iron	110	27	0.42	0.05	0.73	0
J-167	J-168	100	Ductile Iron	110	27	0.06	0.01	0.02	0
J-74	J-169	100	Ductile Iron	110	27	1.78	0.23	10.39	0
J-164	J-101	100	Ductile Iron	110	27	0.16	0.02	0.12	0
J-170	J-149	100	Ductile Iron	110	27	0.16	0.02	0.12	0
J-171	J-172	100	Ductile Iron	110	27	0.04	0.01	0.01	0
J-82	J-173	100	Ductile Iron	110	28	-0.43	0.05	0.74	0
J-140	J-141	100	Ductile Iron	110	28	0.24	0.03	0.25	0
J-174	J-175	100	Ductile Iron	110	28	0.34	0.04	0.5	0
J-124	J-167	100	Ductile Iron	110	28	0.12	0.02	0.07	0
J-176	J-177	100	Ductile Iron	110	28	-0.53	0.07	1.09	0
J-142	J-178	100	Ductile Iron	110	28	0.13	0.02	0.08	0
J-179	J-180	100	Ductile Iron	110	28	-0.04	0.01	0.01	0
J-181	J-182	100	Ductile Iron	110	28	0.06	0.01	0.02	0
J-120	J-183	100	Ductile Iron	110	28	0.71	0.09	1.9	0
J-137	J-163	100	Ductile Iron	110	28	0.28	0.04	0.34	0
J-184	J-185	100	Ductile Iron	110	29	0.41	0.05	0.68	0
J-186	J-187	100	Ductile Iron	110	29	0.26	0.03	0.28	0
J-188	J-176	100	Ductile Iron	110	29	-0.45	0.06	0.81	0
J-175	J-189	100	Ductile Iron	110	29	0.24	0.03	0.25	0
J-190	J-191	100	Ductile Iron	110	29	0.19	0.02	0.17	0
J-192	J-193	100	Ductile Iron	110	29	-0.38	0.05	0.59	0

Nodo de inicio	Nodo final	Diámetro (mm)	Material	Hazen-Williams C	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Gradiente de pérdida de carga (cm/m)	Pérdida de carga (m)
J-144	J-194	100	Ductile Iron	110	29	1.45	0.18	7.12	0
J-71	J-80	100	Ductile Iron	110	30	0.42	0.05	0.71	0
J-195	J-68	100	Ductile Iron	110	30	-0.68	0.09	1.77	0
J-196	J-197	100	Ductile Iron	110	30	2.22	0.28	15.59	0
J-198	J-199	100	Ductile Iron	110	30	0.06	0.01	0.02	0
J-70	J-200	100	Ductile Iron	110	30	0.85	0.11	2.65	0
J-201	J-202	100	Ductile Iron	110	30	0.3	0.04	0.38	0
J-114	J-145	100	Ductile Iron	110	31	0.61	0.08	1.43	0
J-169	J-203	100	Ductile Iron	110	31	1.7	0.22	9.59	0
J-97	J-198	100	Ductile Iron	110	31	0.13	0.02	0.08	0
J-87	J-181	100	Ductile Iron	110	31	0.13	0.02	0.08	0
J-91	J-171	100	Ductile Iron	110	31	0.11	0.01	0.06	0
J-157	J-100	100	Ductile Iron	110	31	-0.1	0.01	0.05	0
J-132	J-170	100	Ductile Iron	110	31	0.21	0.03	0.21	0
J-180	J-112	100	Ductile Iron	110	31	-0.11	0.01	0.06	0
J-204	J-205	100	Ductile Iron	110	32	-0.03	0	0	0
J-206	J-207	100	Ductile Iron	110	32	0.21	0.03	0.19	0
J-79	J-129	100	Ductile Iron	110	32	0.13	0.02	0.08	0
J-208	J-209	100	Ductile Iron	110	33	-0.04	0	0.01	0
J-210	J-211	100	Ductile Iron	110	33	0.29	0.04	0.36	0
J-212	J-213	100	Ductile Iron	110	34	2.39	0.3	17.89	0.1
J-95	J-133	100	Ductile Iron	110	34	0.11	0.01	0.06	0
J-214	J-215	100	Ductile Iron	110	35	0.4	0.05	0.65	0
J-203	J-84	100	Ductile Iron	110	35	1.62	0.21	8.75	0
J-216	J-159	100	Ductile Iron	110	35	0.93	0.12	3.1	0
J-160	J-217	100	Ductile Iron	110	36	0.7	0.09	1.83	0
J-218	J-92	100	Ductile Iron	110	36	-0.38	0.05	0.61	0
J-219	J-220	100	Ductile Iron	110	36	0.14	0.02	0.09	0
J-147	J-206	100	Ductile Iron	110	36	0.29	0.04	0.35	0
J-183	J-201	100	Ductile Iron	110	36	0.53	0.07	1.11	0
J-66	J-193	100	Ductile Iron	110	36	1.91	0.24	11.81	0
J-221	J-222	100	Ductile Iron	110	37	-0.56	0.07	1.23	0
J-223	J-224	100	Ductile Iron	110	37	1.03	0.13	3.81	0
J-225	J-226	100	Ductile Iron	110	37	1.72	0.22	9.81	0
J-227	J-228	100	Ductile Iron	110	39	0.37	0.05	0.56	0
J-229	J-230	100	Ductile Iron	110	38	0.06	0.01	0.02	0
J-200	J-150	100	Ductile Iron	110	38	0.77	0.1	2.19	0
J-231	J-232	100	Ductile Iron	110	39	-0.12	0.02	0.07	0
J-60	J-233	100	Ductile Iron	110	39	0.64	0.08	1.55	0
J-234	J-235	100	Ductile Iron	110	39	0.14	0.02	0.09	0

Nodo de inicio	Nodo final	Diámetro (mm)	Material	Hazen-Williams C	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Gradiente de pérdida de carga (cm/m)	Pérdida de carga (m)
J-236	J-237	100	Ductile Iron	110	39	-0.07	0.01	0.03	0
J-85	J-186	100	Ductile Iron	110	39	1.32	0.17	6	0
J-194	J-238	100	Ductile Iron	110	39	2.6	0.33	20.96	0.1
J-239	J-240	100	Ductile Iron	110	39	0.19	0.02	0.17	0
J-241	J-242	100	Ductile Iron	110	39	0.56	0.07	1.24	0
J-243	J-244	100	Ductile Iron	110	39	0.04	0.01	0.01	0
J-245	J-246	100	Ductile Iron	110	39	0.24	0.03	0.26	0
J-247	J-243	100	Ductile Iron	110	40	0.1	0.01	0.05	0
J-222	J-158	100	Ductile Iron	110	40	-0.66	0.08	1.66	0
J-76	J-248	100	Ductile Iron	110	40	0.07	0.01	0.03	0
J-205	J-249	100	Ductile Iron	110	40	-0.09	0.01	0.04	0
J-250	J-116	100	Ductile Iron	110	40	0.12	0.02	0.07	0
J-195	J-251	100	Ductile Iron	110	40	0.13	0.02	0.08	0
J-252	J-253	100	Ductile Iron	110	40	-0.11	0.01	0.06	0
J-254	J-255	100	Ductile Iron	110	40	-0.16	0.02	0.12	0
J-256	J-257	100	Ductile Iron	110	41	0.13	0.02	0.08	0
J-258	J-252	100	Ductile Iron	110	41	-0.05	0.01	0.01	0
J-259	J-260	100	Ductile Iron	110	42	1.45	0.19	7.14	0
J-261	J-155	100	Ductile Iron	110	41	-0.75	0.1	2.12	0
J-262	J-66	100	Ductile Iron	110	41	2.14	0.27	14.59	0.1
J-220	J-263	100	Ductile Iron	110	42	0.07	0.01	0.02	0
J-264	J-265	100	Ductile Iron	110	42	0.04	0.01	0.01	0
J-266	J-267	100	Ductile Iron	110	42	2.58	0.33	20.68	0.1
J-235	J-268	100	Ductile Iron	110	42	0.07	0.01	0.03	0
J-269	J-266	100	Ductile Iron	110	42	2.77	0.35	23.54	0.1
J-270	J-271	100	Ductile Iron	110	42	0.24	0.03	0.26	0
J-272	J-273	100	Ductile Iron	110	43	2.27	0.29	16.29	0.1
J-54	J-274	100	Ductile Iron	110	43	0.06	0.01	0.02	0
J-275	J-276	100	Ductile Iron	110	43	-0.28	0.04	0.35	0
J-61	J-277	100	Ductile Iron	110	43	0.37	0.05	0.58	0
J-278	J-279	100	Ductile Iron	110	43	-1.11	0.14	4.37	0
J-271	J-280	100	Ductile Iron	110	43	0.15	0.02	0.1	0
J-281	J-282	100	Ductile Iron	110	43	0.12	0.02	0.07	0
J-178	J-283	100	Ductile Iron	110	43	0.07	0.01	0.03	0
J-113	J-284	100	Ductile Iron	110	44	0.77	0.1	2.19	0
J-285	J-286	100	Ductile Iron	110	44	0.07	0.01	0.02	0
J-287	J-288	100	Ductile Iron	110	44	-0.62	0.08	1.47	0
J-289	J-290	100	Ductile Iron	110	44	0.19	0.02	0.16	0
J-291	J-225	100	Ductile Iron	110	44	-0.09	0.01	0.04	0
J-42	J-292	100	Ductile Iron	110	44	1.5	0.19	7.53	0

Nodo de inicio	Nodo final	Diámetro (mm)	Material	Hazen-Williams C	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Gradiente de pérdida de carga (cm/m)	Pérdida de carga (m)
J-253	J-104	100	Ductile Iron	110	44	-0.18	0.02	0.14	0
J-293	J-294	100	Ductile Iron	110	44	0.06	0.01	0.02	0
J-295	J-296	100	Ductile Iron	110	44	0.05	0.01	0.02	0
J-293	J-297	100	Ductile Iron	110	44	0.55	0.07	1.17	0
J-298	J-299	100	Ductile Iron	110	44	0.06	0.01	0.02	0
J-63	J-119	100	Ductile Iron	110	44	0.91	0.12	3.01	0
J-300	J-188	100	Ductile Iron	110	44	-0.35	0.04	0.51	0
J-301	J-302	100	Ductile Iron	110	45	0.06	0.01	0.02	0
J-98	J-234	100	Ductile Iron	110	45	0.23	0.03	0.23	0
J-207	J-247	100	Ductile Iron	110	45	0.17	0.02	0.13	0
J-303	J-304	100	Ductile Iron	110	45	0.28	0.04	0.35	0
J-305	J-218	100	Ductile Iron	110	45	-0.27	0.03	0.32	0
J-306	J-307	100	Ductile Iron	110	55	0.22	0.03	0.22	0
J-246	J-107	100	Ductile Iron	110	45	0.12	0.02	0.07	0
J-13	J-308	100	Ductile Iron	110	45	0.28	0.04	0.34	0
J-309	J-310	100	Ductile Iron	110	46	0.08	0.01	0.04	0
J-311	J-197	100	Ductile Iron	110	46	1.17	0.15	4.78	0
J-312	J-295	100	Ductile Iron	110	46	0.12	0.02	0.07	0
J-99	J-219	100	Ductile Iron	110	46	0.24	0.03	0.26	0
J-313	J-314	100	Ductile Iron	110	47	-0.29	0.04	0.37	0
J-249	J-85	100	Ductile Iron	110	47	-0.2	0.02	0.17	0
J-315	J-316	100	Ductile Iron	110	47	-0.08	0.01	0.03	0
J-317	J-318	100	Ductile Iron	110	47	-0.1	0.01	0.05	0
J-240	J-319	100	Ductile Iron	110	47	0.05	0.01	0.01	0
J-58	J-250	100	Ductile Iron	110	47	0.2	0.03	0.18	0
J-320	J-293	100	Ductile Iron	110	47	0.73	0.09	1.99	0
J-233	J-210	100	Ductile Iron	110	47	0.46	0.06	0.86	0
J-321	J-322	100	Ductile Iron	110	48	-0.05	0.01	0.02	0
J-93	J-221	100	Ductile Iron	110	48	-0.5	0.06	0.99	0
J-306	J-323	100	Ductile Iron	110	48	0.1	0.01	0.05	0
J-324	J-325	100	Ductile Iron	110	48	-0.06	0.01	0.02	0
J-326	J-327	100	Ductile Iron	110	48	-0.09	0.01	0.05	0
J-328	J-329	100	Ductile Iron	110	48	0.06	0.01	0.02	0
J-284	J-241	100	Ductile Iron	110	49	0.63	0.08	1.53	0
J-330	J-216	100	Ductile Iron	110	49	1.16	0.15	4.71	0
J-209	J-275	100	Ductile Iron	110	49	-0.15	0.02	0.11	0
J-331	J-264	100	Ductile Iron	110	49	0.18	0.02	0.15	0
J-109	J-312	100	Ductile Iron	110	49	-0.53	0.07	1.11	0
J-332	J-300	100	Ductile Iron	110	49	-0.23	0.03	0.23	0
J-333	J-334	100	Ductile Iron	110	50	-0.35	0.05	0.52	0

Nodo de inicio	Nodo final	Diámetro (mm)	Material	Hazen-Williams C	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Gradiente de pérdida de carga (cm/m)	Pérdida de carga (m)
J-335	J-336	100	Ductile Iron	110	50	-0.62	0.08	1.47	0
J-337	J-269	100	Ductile Iron	110	50	3.18	0.4	30.44	0.2
J-207	J-245	100	Ductile Iron	110	50	-0.04	0	0.01	0
J-58	J-338	100	Ductile Iron	110	50	0.41	0.05	0.69	0
J-131	J-139	100	Ductile Iron	110	50	-1.35	0.17	6.23	0
J-339	J-65	100	Ductile Iron	110	50	-0.07	0.01	0.03	0
J-143	J-340	100	Ductile Iron	110	50	3.94	0.5	45.25	0.2
J-59	J-341	100	Ductile Iron	110	51	9.28	1.18	221.06	1.1
J-342	J-55	100	Ductile Iron	110	51	0.84	0.11	2.61	0
J-343	J-196	100	Ductile Iron	110	51	1.45	0.19	7.14	0
J-344	J-345	100	Ductile Iron	110	51	0.08	0.01	0.04	0
J-177	J-261	100	Ductile Iron	110	51	-0.63	0.08	1.52	0
J-314	J-287	100	Ductile Iron	110	51	-0.46	0.06	0.85	0
J-346	J-347	100	Ductile Iron	110	51	-0.05	0.01	0.01	0
J-53	J-54	100	Ductile Iron	110	52	-2.69	0.34	22.36	0.1
J-348	J-223	100	Ductile Iron	110	52	1.53	0.2	7.88	0
J-277	J-349	100	Ductile Iron	110	52	0.25	0.03	0.28	0
J-350	J-309	100	Ductile Iron	110	52	0.16	0.02	0.13	0
J-351	J-189	100	Ductile Iron	110	52	0.46	0.06	0.84	0
J-352	J-344	100	Ductile Iron	110	52	0.24	0.03	0.25	0
J-12	J-353	100	Ductile Iron	110	52	2.63	0.33	21.38	0.1
J-226	J-259	100	Ductile Iron	110	52	1.57	0.2	8.25	0
J-215	J-270	100	Ductile Iron	110	52	0.31	0.04	0.42	0
J-354	J-239	100	Ductile Iron	110	52	1.9	0.24	11.71	0.1
J-62	J-355	100	Ductile Iron	110	52	0.53	0.07	1.09	0
J-356	J-227	100	Ductile Iron	110	52	0.53	0.07	1.08	0
J-81	J-262	100	Ductile Iron	110	52	3.48	0.44	36.05	0.2
J-357	J-358	100	Ductile Iron	110	53	-1.5	0.19	7.59	0
J-262	J-359	100	Ductile Iron	110	53	1.23	0.16	5.23	0
J-54	J-360	100	Ductile Iron	110	53	0.55	0.07	1.17	0
J-239	J-331	100	Ductile Iron	110	53	1.57	0.2	8.23	0
J-361	J-362	100	Ductile Iron	110	53	4.01	0.51	46.79	0.3
J-322	J-337	100	Ductile Iron	110	53	3.72	0.47	40.78	0.2
J-363	J-364	100	Ductile Iron	110	53	2.09	0.27	14.04	0.1
J-365	J-366	100	Ductile Iron	110	53	0.21	0.03	0.2	0
J-331	J-194	100	Ductile Iron	110	53	1.24	0.16	5.36	0
J-341	J-367	100	Ductile Iron	110	53	4.9	0.62	67.68	0.4
J-334	J-357	100	Ductile Iron	110	53	-0.72	0.09	1.95	0
J-213	J-288	100	Ductile Iron	110	53	2.26	0.29	16.16	0.1
J-328	J-136	100	Ductile Iron	110	53	0.42	0.05	0.73	0

Nodo de inicio	Nodo final	Diámetro (mm)	Material	Hazen-Williams C	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Gradiente de pérdida de carga (cm/m)	Pérdida de carga (m)
J-360	J-352	100	Ductile Iron	110	53	0.39	0.05	0.63	0
J-366	J-368	100	Ductile Iron	110	53	-0.79	0.1	2.29	0
J-369	J-174	100	Ductile Iron	110	53	-1.59	0.2	8.43	0
J-370	J-190	100	Ductile Iron	110	54	0.43	0.06	0.76	0
J-165	J-285	100	Ductile Iron	110	54	0.19	0.02	0.17	0
J-49	J-371	100	Ductile Iron	110	54	1.81	0.23	10.7	0.1
J-368	J-372	100	Ductile Iron	110	54	-1.42	0.18	6.86	0
J-53	J-373	100	Ductile Iron	110	54	0.34	0.04	0.49	0
J-374	J-375	100	Ductile Iron	110	55	0.6	0.08	1.41	0
J-367	J-361	100	Ductile Iron	110	55	4.79	0.61	65.09	0.4
J-349	J-376	100	Ductile Iron	110	55	0.08	0.01	0.04	0
J-377	J-348	100	Ductile Iron	110	55	2.19	0.28	15.25	0.1
J-50	J-377	100	Ductile Iron	110	55	2.87	0.37	25.25	0.1
J-373	J-350	100	Ductile Iron	110	55	0.25	0.03	0.28	0
J-273	J-174	100	Ductile Iron	110	55	2.1	0.27	14.09	0.1
J-336	J-369	100	Ductile Iron	110	55	-1.36	0.17	6.28	0
J-378	J-379	100	Ductile Iron	110	55	0.01	0	0	0
J-380	J-272	100	Ductile Iron	110	55	2.36	0.3	17.54	0.1
J-372	J-340	100	Ductile Iron	110	55	-2.16	0.27	14.82	0.1
J-224	J-196	100	Ductile Iron	110	56	0.88	0.11	2.83	0
J-381	J-223	100	Ductile Iron	110	56	-0.37	0.05	0.56	0
J-382	J-60	100	Ductile Iron	110	56	-5.79	0.74	92.33	0.5
J-383	J-53	100	Ductile Iron	110	56	-0.27	0.03	0.32	0
J-361	J-356	100	Ductile Iron	110	56	0.65	0.08	1.61	0
J-26	J-306	100	Ductile Iron	110	56	0.53	0.07	1.09	0
J-288	J-320	100	Ductile Iron	110	56	1.5	0.19	7.57	0
J-78	J-267	100	Ductile Iron	110	56	-1.75	0.22	10.04	0.1
J-371	J-343	100	Ductile Iron	110	57	1.62	0.21	8.77	0.1
J-242	J-303	100	Ductile Iron	110	57	0.43	0.05	0.74	0
J-138	J-384	100	Ductile Iron	110	57	0.36	0.05	0.54	0
J-385	J-332	100	Ductile Iron	110	57	-0.08	0.01	0.03	0
J-358	J-77	100	Ductile Iron	110	57	-2.44	0.31	18.7	0.1
J-386	J-336	100	Ductile Iron	110	57	-0.58	0.07	1.29	0
J-151	J-57	100	Ductile Iron	110	57	0.74	0.09	2.03	0
J-387	J-184	100	Ductile Iron	110	57	-5.08	0.65	72.54	0.4
J-388	J-389	100	Ductile Iron	110	57	-0.7	0.09	1.87	0
J-197	J-390	100	Ductile Iron	110	58	3.27	0.42	32.06	0.2
J-304	J-391	100	Ductile Iron	110	58	0.1	0.01	0.05	0
J-362	J-363	100	Ductile Iron	110	58	2.26	0.29	16.19	0.1
J-232	J-51	100	Ductile Iron	110	58	-0.35	0.04	0.5	0

Nodo de inicio	Nodo final	Diámetro (mm)	Material	Hazen-Williams C	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Gradiente de pérdida de carga (cm/m)	Pérdida de carga (m)
J-185	J-392	100	Ductile Iron	110	58	0.3	0.04	0.39	0
J-76	J-354	100	Ductile Iron	110	59	2.2	0.28	15.4	0.1
J-8	J-393	100	Ductile Iron	110	59	1.78	0.23	10.44	0.1
J-260	J-394	100	Ductile Iron	110	59	1.35	0.17	6.21	0
J-395	J-348	100	Ductile Iron	110	59	-0.45	0.06	0.82	0
J-396	J-381	100	Ductile Iron	110	59	-0.21	0.03	0.2	0
J-193	J-397	100	Ductile Iron	110	59	1.43	0.18	6.89	0
J-279	J-23	100	Ductile Iron	110	60	-1.51	0.19	7.71	0
J-312	J-278	100	Ductile Iron	110	60	-0.89	0.11	2.88	0
J-355	J-398	100	Ductile Iron	110	60	0.1	0.01	0.05	0
J-362	J-113	100	Ductile Iron	110	62	1.57	0.2	8.25	0.1
J-399	J-281	100	Ductile Iron	110	61	0.27	0.03	0.32	0
J-392	J-400	100	Ductile Iron	110	62	0.14	0.02	0.09	0
J-83	J-401	100	Ductile Iron	110	62	0.09	0.01	0.04	0
J-19	J-214	100	Ductile Iron	110	62	0.5	0.06	0.98	0
J-152	J-73	100	Ductile Iron	110	62	-0.88	0.11	2.84	0
J-402	J-96	100	Ductile Iron	110	62	-0.1	0.01	0.05	0
J-210	J-403	100	Ductile Iron	110	63	0.06	0.01	0.02	0
J-135	J-374	100	Ductile Iron	110	63	1.67	0.21	9.24	0.1
J-173	J-64	100	Ductile Iron	110	63	-1.37	0.17	6.42	0
J-276	J-335	100	Ductile Iron	110	63	-0.43	0.05	0.75	0
J-393	J-311	100	Ductile Iron	110	64	1.36	0.17	6.35	0
J-280	J-404	100	Ductile Iron	110	64	0.04	0.01	0.01	0
J-154	J-103	100	Ductile Iron	110	65	0.41	0.05	0.7	0
J-73	J-153	100	Ductile Iron	110	65	-0.49	0.06	0.95	0
J-405	J-389	100	Ductile Iron	110	65	3.69	0.47	40.1	0.3
J-406	J-111	100	Ductile Iron	110	65	-0.07	0.01	0.03	0
J-370	J-301	100	Ductile Iron	110	65	-0.7	0.09	1.83	0
J-162	J-70	100	Ductile Iron	110	65	0.91	0.12	2.97	0
J-75	J-74	100	Ductile Iron	110	66	0.21	0.03	0.2	0
J-89	J-407	100	Ductile Iron	110	66	0.07	0.01	0.03	0
J-72	J-71	100	Ductile Iron	110	66	-0.96	0.12	3.31	0
J-162	J-67	100	Ductile Iron	110	66	-1.36	0.17	6.32	0
J-71	J-70	100	Ductile Iron	110	66	-0.92	0.12	3.05	0
J-153	J-72	100	Ductile Iron	110	66	-0.94	0.12	3.17	0
J-408	J-377	100	Ductile Iron	110	66	-0.45	0.06	0.82	0
J-202	J-75	100	Ductile Iron	110	66	0.24	0.03	0.25	0
J-409	J-396	100	Ductile Iron	110	67	-0.1	0.01	0.05	0
J-410	J-411	100	Ductile Iron	110	73	0.13	0.02	0.08	0
J-211	J-412	100	Ductile Iron	110	69	0.12	0.02	0.07	0

Nodo de inicio	Nodo final	Diámetro (mm)	Material	Hazen-Williams C	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Gradiente de pérdida de carga (cm/m)	Pérdida de carga (m)
J-327	J-386	100	Ductile Iron	110	68	-0.33	0.04	0.46	0
J-269	J-413	100	Ductile Iron	110	68	0.23	0.03	0.24	0
J-414	J-298	100	Ductile Iron	110	68	0.17	0.02	0.13	0
J-238	J-380	100	Ductile Iron	110	68	2.46	0.31	18.92	0.1
J-166	J-229	100	Ductile Iron	110	68	0.11	0.01	0.06	0
J-74	J-152	100	Ductile Iron	110	68	-0.43	0.05	0.75	0
J-173	J-67	100	Ductile Iron	110	69	0.87	0.11	2.75	0
J-397	J-415	100	Ductile Iron	110	69	1.1	0.14	4.27	0
J-289	J-416	100	Ductile Iron	110	69	0.11	0.01	0.06	0
J-390	J-20	100	Ductile Iron	110	69	2.95	0.37	26.41	0.2
J-228	J-417	100	Ductile Iron	110	70	0.15	0.02	0.11	0
J-418	J-322	100	Ductile Iron	110	70	3.95	0.5	45.43	0.3
J-55	J-399	100	Ductile Iron	110	70	0.38	0.05	0.59	0
J-353	J-212	100	Ductile Iron	110	72	2.54	0.32	20.04	0.1
J-419	J-305	100	Ductile Iron	110	73	-0.1	0.01	0.05	0
J-325	J-333	100	Ductile Iron	110	73	-0.16	0.02	0.11	0
J-364	J-225	100	Ductile Iron	110	73	1.9	0.24	11.73	0.1
J-337	J-420	100	Ductile Iron	110	74	0.34	0.04	0.5	0
J-421	J-410	100	Ductile Iron	110	74	0.28	0.04	0.34	0
J-347	J-383	100	Ductile Iron	110	74	-0.15	0.02	0.11	0
J-316	J-395	100	Ductile Iron	110	76	-0.26	0.03	0.3	0
J-237	J-408	100	Ductile Iron	110	76	-0.24	0.03	0.25	0
J-308	J-422	100	Ductile Iron	110	76	0.18	0.02	0.15	0
J-359	J-69	100	Ductile Iron	110	77	0.94	0.12	3.17	0
J-413	J-423	100	Ductile Iron	110	77	0.1	0.01	0.05	0
J-387	J-330	100	Ductile Iron	110	78	1.49	0.19	7.44	0.1
J-47	J-424	100	Ductile Iron	110	80	0.19	0.02	0.17	0
J-425	J-359	100	Ductile Iron	110	82	-0.12	0.02	0.07	0
J-415	J-426	100	Ductile Iron	110	82	0.18	0.02	0.15	0
J-420	J-427	100	Ductile Iron	110	82	0.14	0.02	0.09	0
J-354	J-428	100	Ductile Iron	110	83	0.11	0.01	0.06	0
J-52	J-320	100	Ductile Iron	110	85	-0.61	0.08	1.45	0
J-429	J-192	100	Ductile Iron	110	86	-0.15	0.02	0.1	0
J-56	J-430	100	Ductile Iron	110	87	0.17	0.02	0.14	0
J-184	J-382	100	Ductile Iron	110	89	-5.62	0.72	87.42	0.8
J-301	J-186	100	Ductile Iron	110	90	-0.96	0.12	3.32	0
J-297	J-256	100	Ductile Iron	110	93	0.38	0.05	0.6	0
J-49	J-50	100	Ductile Iron	110	94	-2.24	0.29	15.9	0.2
J-394	J-342	100	Ductile Iron	110	94	1.06	0.13	3.95	0
J-431	J-432	100	Ductile Iron	110	94	0.15	0.02	0.11	0

Nodo de inicio	Nodo final	Diámetro (mm)	Material	Hazen-Williams C	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Gradiente de pérdida de carga (cm/m)	Pérdida de carga (m)
J-143	J-433	100	Ductile Iron	110	95	0.09	0.01	0.04	0
J-418	J-341	100	Ductile Iron	110	95	-4.18	0.53	50.53	0.5
J-195	J-289	100	Ductile Iron	110	96	0.46	0.06	0.84	0
J-434	J-387	100	Ductile Iron	110	98	-3.37	0.43	33.95	0.3
J-59	J-421	100	Ductile Iron	110	98	0.45	0.06	0.82	0
J-267	J-328	100	Ductile Iron	110	99	0.62	0.08	1.46	0
J-435	J-109	100	Ductile Iron	110	100	-0.12	0.02	0.07	0
J-187	J-414	100	Ductile Iron	110	102	0.21	0.03	0.2	0
J-374	J-436	100	Ductile Iron	110	103	0.55	0.07	1.2	0
J-437	J-255	100	Ductile Iron	110	103	-0.3	0.04	0.38	0
J-438	J-439	100	Ductile Iron	110	104	1.51	0.19	7.64	0.1
J-190	J-440	100	Ductile Iron	110	104	0.14	0.02	0.1	0
J-365	J-438	100	Ductile Iron	110	104	2.18	0.28	15.11	0.2
J-441	J-442	100	Ductile Iron	110	106	1.62	0.21	8.71	0.1
J-358	J-443	100	Ductile Iron	110	106	0.18	0.02	0.15	0
J-48	J-378	100	Ductile Iron	110	107	0.02	0	0	0
J-444	J-397	100	Ductile Iron	110	107	-0.15	0.02	0.11	0
J-189	J-445	100	Ductile Iron	110	108	0.5	0.06	0.98	0
J-366	J-446	100	Ductile Iron	110	113	0.58	0.07	1.28	0
J-77	J-131	100	Ductile Iron	110	114	-0.92	0.12	3.09	0
J-439	J-431	100	Ductile Iron	110	115	0.74	0.09	2.07	0
J-415	J-351	100	Ductile Iron	110	116	0.66	0.08	1.66	0
J-255	J-48	100	Ductile Iron	110	117	-0.61	0.08	1.42	0
J-447	J-192	100	Ductile Iron	110	117	-0.11	0.01	0.06	0
J-448	J-449	100	Ductile Iron	110	117	1.01	0.13	3.63	0
J-433	J-126	100	Ductile Iron	110	118	-0.55	0.07	1.17	0
J-357	J-450	100	Ductile Iron	110	119	0.13	0.02	0.08	0
J-351	J-451	100	Ductile Iron	110	124	0.04	0.01	0.01	0
J-355	J-452	100	Ductile Iron	110	120	0.14	0.02	0.09	0
J-69	J-370	100	Ductile Iron	110	122	-0.16	0.02	0.12	0
J-318	J-453	100	Ductile Iron	110	124	0.14	0.02	0.09	0
J-62	J-454	100	Ductile Iron	110	125	0.2	0.03	0.18	0
J-375	J-455	100	Ductile Iron	110	126	0.26	0.03	0.3	0
J-21	J-456	100	Ductile Iron	110	131	0.1	0.01	0.05	0
J-338	J-245	100	Ductile Iron	110	131	0.36	0.05	0.53	0
J-368	J-457	100	Ductile Iron	110	133	0.28	0.04	0.34	0
J-126	J-458	100	Ductile Iron	110	134	0.43	0.06	0.76	0
J-126	J-459	100	Ductile Iron	110	135	6.16	0.78	103.64	1.4
J-460	J-78	100	Ductile Iron	110	139	-0.11	0.01	0.06	0
J-459	J-461	100	Ductile Iron	110	141	4.57	0.58	59.61	0.9

Nodo de inicio	Nodo final	Diámetro (mm)	Material	Hazen-Williams C	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Gradiente de pérdida de carga (cm/m)	Pérdida de carga (m)
J-461	J-448	100	Ductile Iron	110	142	2.9	0.37	25.62	0.4
J-388	J-462	100	Ductile Iron	110	145	0.33	0.04	0.45	0
J-139	J-62	100	Ductile Iron	110	168	-1.82	0.23	10.86	0.2
J-372	J-463	100	Ductile Iron	110	154	0.34	0.04	0.48	0
J-135	J-405	100	Ductile Iron	110	159	4.23	0.54	51.73	0.8
J-143	J-365	100	Ductile Iron	110	163	2.67	0.34	21.97	0.4
J-389	J-464	100	Ductile Iron	110	171	1.31	0.17	5.89	0.1
J-340	J-465	100	Ductile Iron	110	178	1.1	0.14	4.23	0.1
J-442	J-466	100	Ductile Iron	110	196	0.72	0.09	1.95	0
J-467	J-135	100	Ductile Iron	110	207	0.44	0.06	0.79	0
J-434	J-441	100	Ductile Iron	110	212	2.48	0.32	19.25	0.4
J-292	J-467	100	Ductile Iron	110	223	1.32	0.17	5.97	0.1
J-81	J-318	100	Ductile Iron	110	246	0.62	0.08	1.48	0
J-445	J-468	100	Ductile Iron	110	297	0.24	0.03	0.25	0

Fuente: Elaboración propia Watercad.

Anexo 7: Tabla de volumen m3 y Caudal l/s del reservorio

ESTACIÓN DE BOMBEO								
FECHA:		Del 1 al 15 de octubre 2019				Q/bombeo = 57 l/s		
Día	Hora	Nivel Reservorio (mts)	Volumen Reservorio (m3)	Volumen de bombeo (m3)	Caudal de salida (l/s)	Volumen de salida (m3)	Volumen de Reservorio necesario	Q diario
Mar 1	07:00	3.8	160.7				89.9	54.1
	11:00	3.0	119.1	763.2	56	804.8		
	15:00	2.0	70.8	763.2	56	811.5		
	21:00	2.1	75.4	1144.8	53	1140.1		
	23:00	2.5	94.4	381.6	50	362.6		
Mie 2	03:00	3.0	119.1	763.2	51	738.5	78.6	53.2
	05:00	3.5	144.8	381.6	49	355.9		
	07:00	2.2	80.1	381.6	62	446.3		
	9:00	2.5	94.4	381.6	51	367.3		
	15:00	1.9	66.1	1144.8	11	1173.1		
	21:00	2.4	89.6	1144.8	52	1121.3		
	23:00	2.7	104.2	381.6	51	367.0		
Jue 3	03:00	3.6	150.0	763.2	50	717.4	118.0	53.7
	05:00	3.9	166.0	381.6	51	365.6		
	07:00	3.6	150.0	381.6	55	397.6		
	9:00	2.8	109.1	381.6	59	422.5		
	15:00	1.5	48.0	1144.8	11	1205.9		
	19:00	1.8	61.5	763.2	52	749.7		
	21:00	2.0	70.8	381.6	52	372.4		
	23:00	2.6	99.3	381.6	49	353.1		
Vie 4	03:00	3.0	119.1	763.2	52	743.4	89.9	53.0
	06:00	3.8	160.7	572.4	49	530.8		
	16:30	2.0	70.8	2003.4	55	2093.3		
	18:30	2.3	84.8	381.6	51	367.5		
	22:00	3.0	119.1	667.8	50	633.5		
Sab 5	03:00	3.7	155.3	954.0	51	917.8	80.5	53.5
	06:00	3.8	160.7	572.4	53	567.1		
	15:00	2.2	80.1	1717.2	55	1797.7		
	19:00	2.5	94.4	763.2	52	748.9		
	21:00	2.7	104.2	381.6	52	371.9		
	23:00	3.0	119.1	381.6	51	366.7		

Dia	Hora	Nivel Reservorio (mts)	Volumen Reservorio (m3)	Volumen de bombeo (m3)	Caudal de salida (l/s)	Volumen de salida (m3)	Volumen de Reservorio necesario	Q diario
Dom 6	03:00	2.8	109.1	763.2	54	773.2	30.2	52.9
	05:00	3.2	129.2	381.6	50	361.5		
	09:00	3.3	134.4	763.2	53	758.1		
	17:00	2.8	109.1	1526.4	54	1551.7		
	19:00	2.7	104.2	381.6	54	386.5		
	22:00	3.0	119.1	572.4	52	557.5		
Lun 7	03:30	3.5	144.8	1049.4	52	1023.7	79.9	54.0
	07:00	3.7	155.3	667.8	52	657.2		
	10:30	2.9	114.1	667.8	56	709.0		
	18:00	2.5	94.4	1431.0	54	1450.7		
	22:30	2.1	75.4	858.6	54	877.6		
Mar 8	05:00	3.5	144.8	1240.2	50	1170.8	112.6	53.7
	07:00	3.8	160.7	381.6	51	365.7		
	12:00	3.1	124.1	954.0	55	990.5		
	13:00	1.5	48.0	190.8	74	266.9		
	17:00	1.7	57.0	763.2	52	754.2		
	19:00	2.0	70.8	381.6	51	367.9		
	23:00	2.6	99.3	763.2	51	734.7		
Mie 9	02:00	3.5	144.8	572.4	49	526.9	50.7	53.1
	07:00	3.6	150.0	954.0	53	948.7		
	10:30	3.0	119.1	667.8	55	698.7		
	18:30	2.7	104.2	1526.4	54	1541.3		
	19:00	2.6	99.3	95.4	56	100.3		
	22:30	3.3	134.4	667.8	50	632.7		
Jue 10	07:00	3.8	160.7	1621.8	52	1595.5	85.2	54.2
	10:30	3.0	119.1	667.8	56	709.4		
	15:00	2.1	75.4	858.6	56	902.3		
	19:00	2.1	75.4	763.2	53	763.2		
	22:30	2.5	94.4	667.8	51	648.8		
Vie 11	03:30	3.5	144.8	954.0	50	903.7	83.2	53.4
	07:00	3.5	144.8	667.8	53	667.8		
	10:30	3.0	119.1	667.8	55	693.5		
	13:00	1.8	61.5	477.0	59	534.5		

	15:00	2.0	70.8	381.6	52	372.4		
	17:00	2.1	75.4	381.6	52	376.9		
	19:00	2.0	70.8	381.6	54	386.3		
	23:00	2.9	114.1	763.2	50	719.9		
Sab 12	01:00	3.4	139.5	381.6	49	356.1	147.8	53.4
	03:00	3.8	160.7	381.6	50	360.5		
	05:00	3.9	166.0	381.6	52	376.2		
	07:00	3.6	150.0	381.6	55	397.6		
	11:00	2.0	70.8	763.2	59	842.5		
	15:00	0.8	18.3	763.2	57	815.7		
	17:00	0.8	18.3	381.6	53	381.6		
	00:00	2.8	109.1	1335.6	49	1244.8		
Dom 13	03:00	3.5	144.8	572.4	50	536.7	100.7	53.3
	05:00	4.0	171.5	381.6	49	354.9		
	07:00	3.7	155.3	381.6	55	397.7		
	10:30	2.5	94.4	667.8	58	728.7		
	15:00	2.0	70.8	858.6	54	882.3		
	17:00	3.2	129.2	381.6	45	323.1		
	21:00	3.2	129.2	763.2	53	763.2		
	23:00	3.1	124.1	381.6	54	386.7		
Lun 14	01:00	3.5	144.8	381.6	50	361.0	61.9	53.3
	03:00	3.7	155.3	381.6	52	371.0		
	05:00	3.9	166.0	381.6	52	370.9		
	07:00	3.9	166.0	381.6	53	381.6		
	10:30	2.9	114.1	667.8	57	719.8		
	18:30	2.7	104.2	1526.4	53	1536.3		
	22:30	3.0	119.1	763.2	52	748.3		
Mar 15	03:00	3.4	139.5	858.6	52	838.1	126.7	53.6
	06:00	3.8	160.7	572.4	51	551.3		
	07:00	4.8	216.3	190.8	38	135.1		
	10:00	2.4	89.6	572.4	65	699.1		
	14:00	2.8	109.1	763.2	52	743.7		
	19:00	3.0	119.1	954.0	52	944.0		
	23:00	2.5	94.4	763.2	55	787.9		

Fuente: Elaboración propia Watercad.

Anexo 8: En la tabla de registro de demanda en el que sirve para el total de conexiones y volumen de almacenamiento

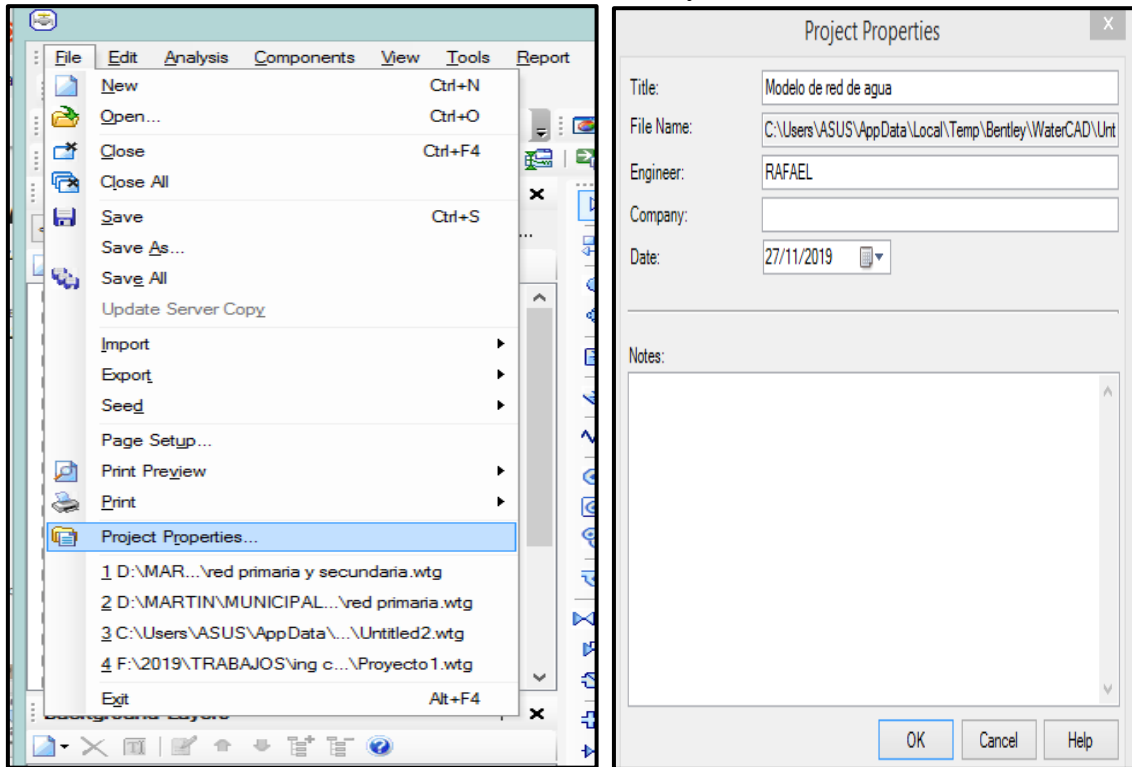
AÑO	POBLACION TOTAL	COBERTURA (%)		POBLACION SERVIDA CON CONEXION (hab)	VIVIENDAS SERVIDAS CON CONEXIÓN (unidades)	TOTAL DE CONEXIONES							CONSUMO AGUA (Litros/día)	PERDIDAS (%)	DEMANDA AGUA		VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO				QP (lps)	Qmd (lps) K1=1.3	Qmh (lps) K2=1.8	Qb (lps)
		CONEX.	OTROS MEDIOS (*)			DOMESTICAS			TOTAL			% MICRO- MEDICION			(Litros/día)	(m3/año)	(m3)							
						C/M	S/M	TOTAL	C/M	S/M							TOTAL	VOL. REGUL	VOL. RESER.	VOL C.I.				
BASE	19,530	0.0%	100.0%	0	0	0	0	0	0	0	0	98.7%	0	38.4%	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
0	20,008	0.0%	100.0%	0	0	0	0	0	0	0	0	98.7%	0	38.4%	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	20,499	100.0%	0.0%	20,499	2,928	2,928	0	2,928	2,928	0	2,928	100.0%	1,317,051	20.0%	1,646,314	600,905	412	115	50	577	19.1	24.8	34.3	33.0
2	21,001	100.0%	0.0%	21,001	3,000	3,000	0	3,000	3,000	0	3,000	100.0%	1,349,319	20.0%	1,686,648	615,627	422	118	50	590	19.5	25.4	35.1	33.8
3	21,515	100.0%	0.0%	21,515	3,074	3,074	0	3,074	3,074	0	3,074	100.0%	1,382,377	20.0%	1,727,971	630,710	432	121	50	603	20.0	26.0	36.0	34.7
4	22,043	100.0%	0.0%	22,043	3,149	3,149	0	3,149	3,149	0	3,149	100.0%	1,416,245	20.0%	1,770,307	646,162	443	124	50	616	20.5	26.6	36.9	35.5
5	22,583	100.0%	0.0%	22,583	3,226	3,226	0	3,226	3,226	0	3,226	100.0%	1,450,943	20.0%	1,813,679	661,993	453	127	50	630	21.0	27.3	37.8	36.4
6	23,136	100.0%	0.0%	23,136	3,305	3,305	0	3,305	3,305	0	3,305	100.0%	1,486,491	20.0%	1,858,114	678,212	465	130	50	645	21.5	28.0	38.7	37.3
7	23,703	100.0%	0.0%	23,703	3,386	3,386	0	3,386	3,386	0	3,386	100.0%	1,522,911	20.0%	1,903,638	694,828	476	133	50	659	22.0	28.6	39.7	38.2
8	24,283	100.0%	0.0%	24,283	3,469	3,469	0	3,469	3,469	0	3,469	100.0%	1,560,222	20.0%	1,950,277	711,851	488	137	50	674	22.6	29.3	40.6	39.1
9	24,878	100.0%	0.0%	24,878	3,554	3,554	0	3,554	3,554	0	3,554	100.0%	1,598,447	20.0%	1,998,059	729,292	500	140	50	689	23.1	30.1	41.6	40.1
10	25,488	100.0%	0.0%	25,488	3,641	3,641	0	3,641	3,641	0	3,641	100.0%	1,637,609	20.0%	2,047,012	747,159	512	143	50	705	23.7	30.8	42.6	41.1
11	26,112	100.0%	0.0%	26,112	3,730	3,730	0	3,730	3,730	0	3,730	100.0%	1,677,731	20.0%	2,097,163	765,465	524	147	50	721	24.3	31.6	43.7	42.1
12	26,752	100.0%	0.0%	26,752	3,822	3,822	0	3,822	3,822	0	3,822	100.0%	1,718,835	20.0%	2,148,544	784,218	537	150	50	738	24.9	32.3	44.8	43.1
13	27,408	100.0%	0.0%	27,408	3,915	3,915	0	3,915	3,915	0	3,915	100.0%	1,760,946	20.0%	2,201,183	803,432	550	154	50	754	25.5	33.1	45.9	44.2
14	28,079	100.0%	0.0%	28,079	4,011	4,011	0	4,011	4,011	0	4,011	100.0%	1,804,090	20.0%	2,255,112	823,116	564	158	50	772	26.1	33.9	47.0	45.2
15	28,767	100.0%	0.0%	28,767	4,110	4,110	0	4,110	4,110	0	4,110	100.0%	1,848,290	20.0%	2,310,362	843,282	578	162	50	789	26.7	34.8	48.1	46.3
16	29,472	100.0%	0.0%	29,472	4,210	4,210	0	4,210	4,210	0	4,210	100.0%	1,893,573	20.0%	2,366,966	863,943	592	166	50	807	27.4	35.6	49.3	47.5
17	30,194	100.0%	0.0%	30,194	4,313	4,313	0	4,313	4,313	0	4,313	100.0%	1,939,966	20.0%	2,424,957	885,109	606	170	50	826	28.1	36.5	50.5	48.6
18	30,934	100.0%	0.0%	30,934	4,419	4,419	0	4,419	4,419	0	4,419	100.0%	1,987,495	20.0%	2,484,368	906,794	621	174	50	845	28.8	37.4	51.8	49.8
19	31,691	100.0%	0.0%	31,691	4,527	4,527	0	4,527	4,527	0	4,527	100.0%	2,036,188	20.0%	2,545,235	929,011	636	178	50	864	29.5	38.3	53.0	51.1
20	32,468	100.0%	0.0%	32,468	4,638	4,638	0	4,638	4,638	0	4,638	100.0%	2,086,075	20.0%	2,607,594	951,772	652	183	50	884	30.2	39.2	54.3	52.3

Fuente: Elaboración propio Watercad

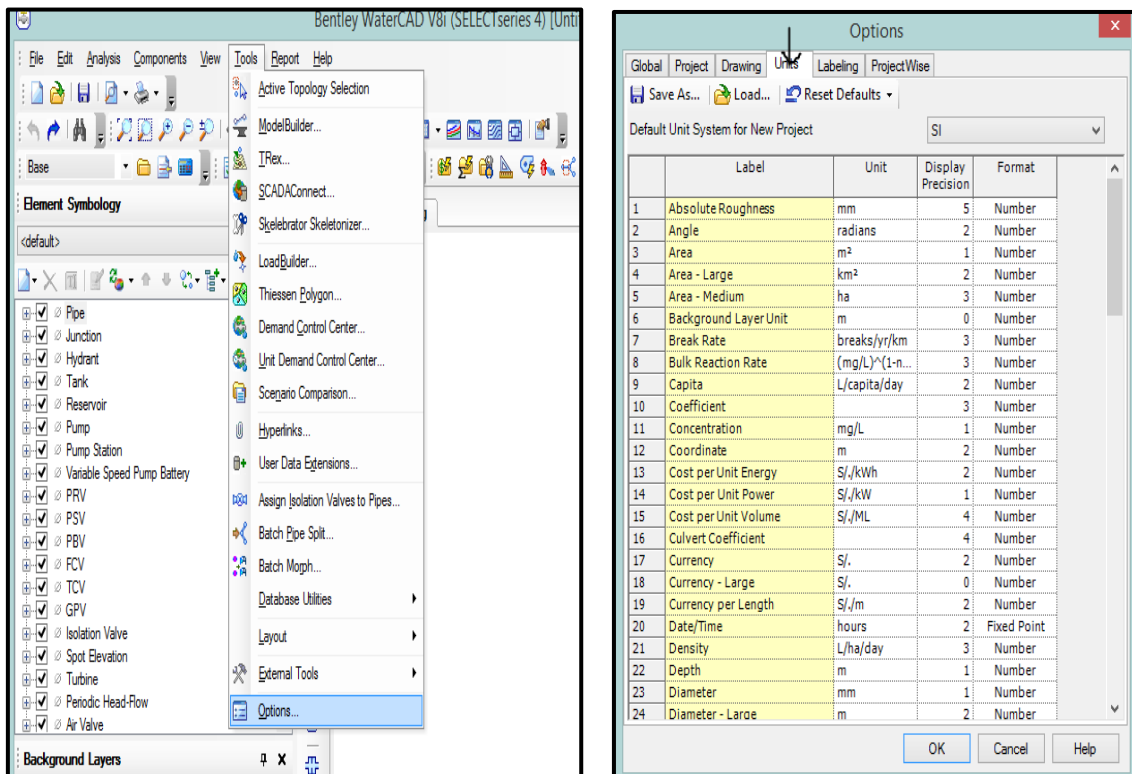
Anexo 9: USO DEL PROGRAMA WATERCAD

1. CONFIGURACIÓN DEL MODELO

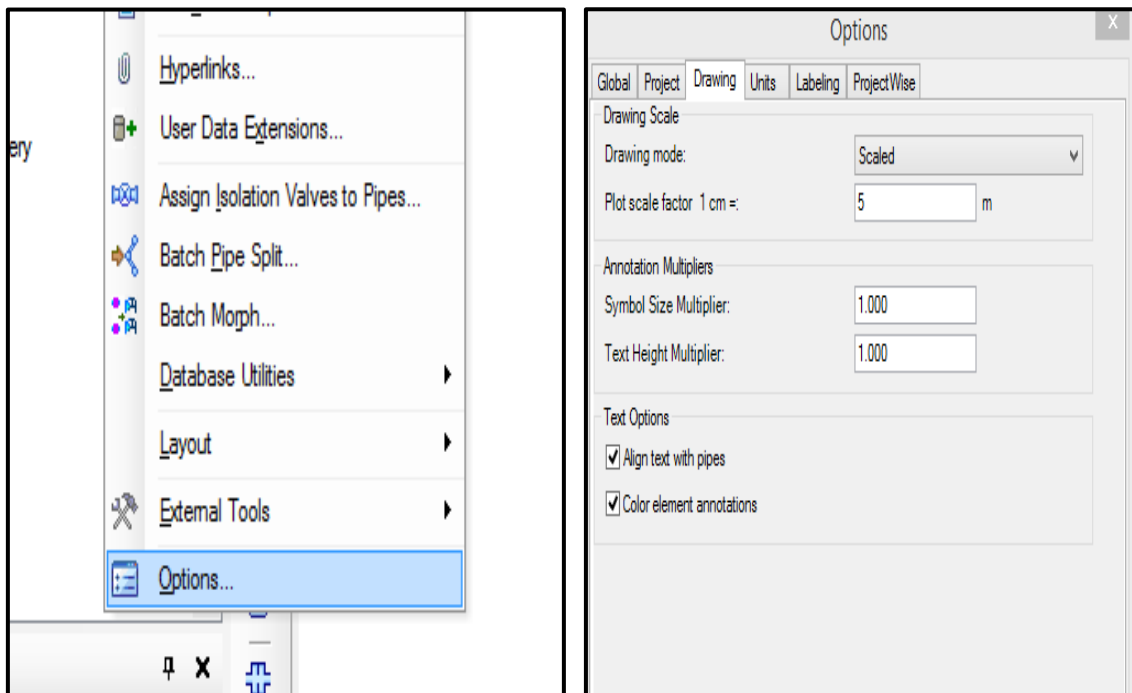
Nombrar al Proyecto



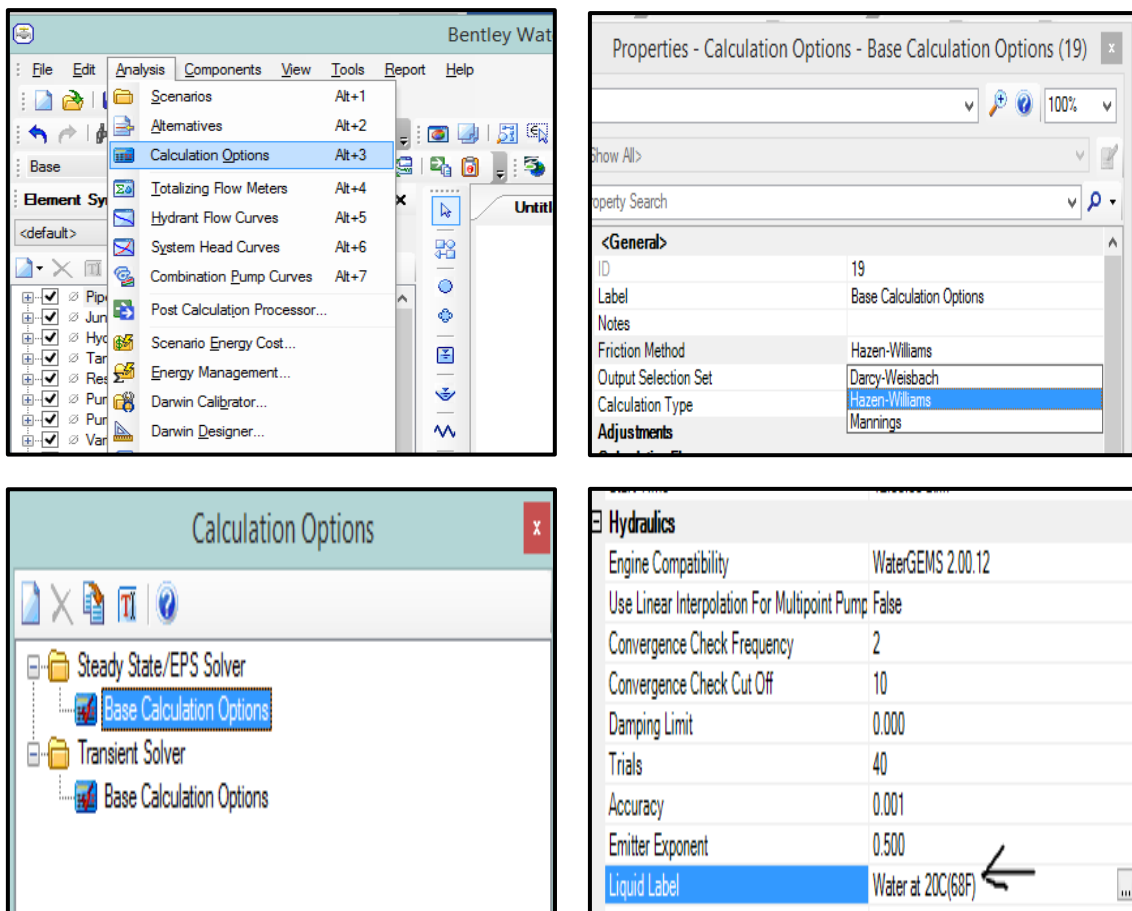
Configuración de unidades



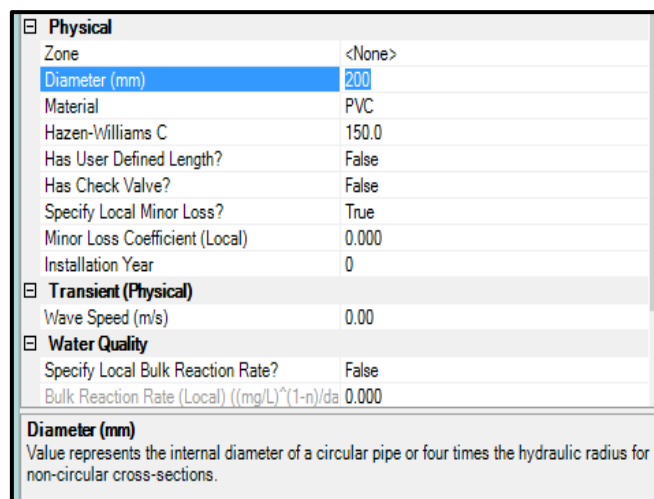
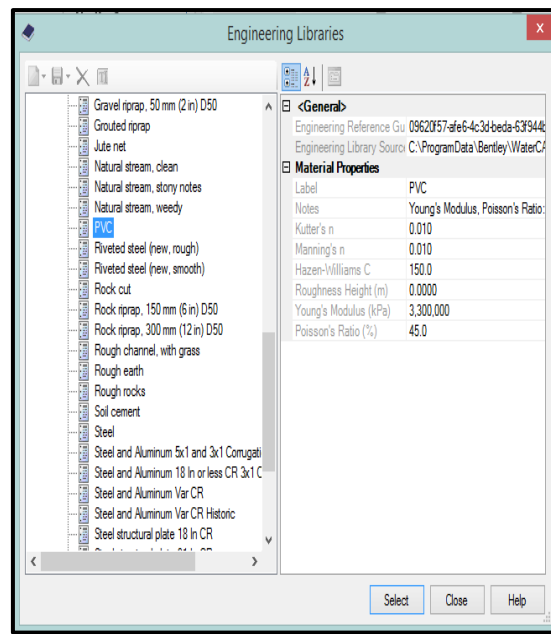
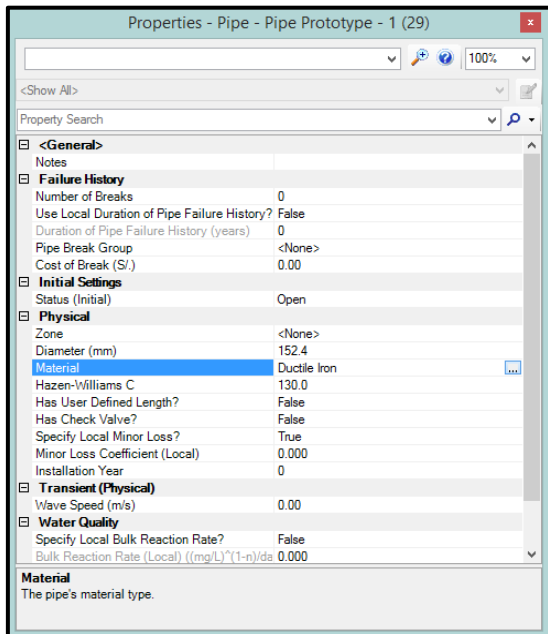
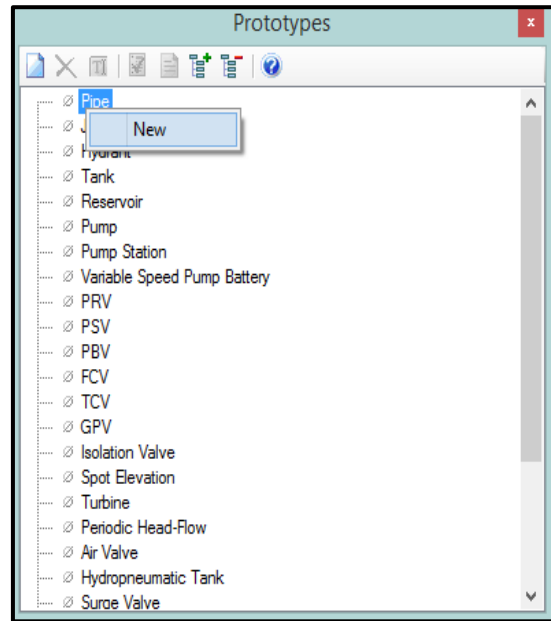
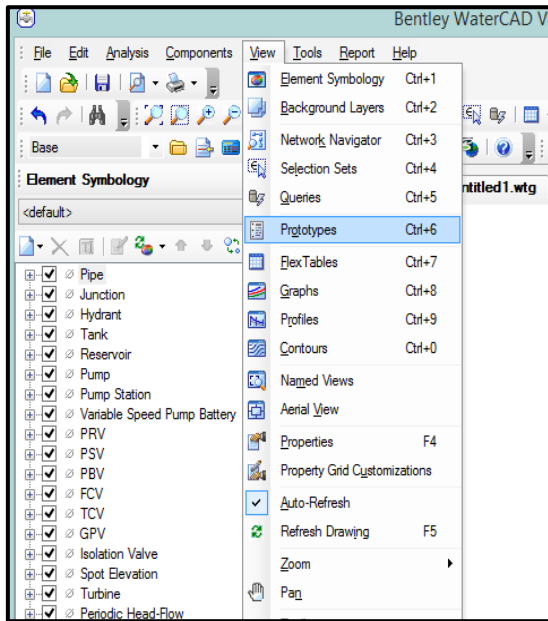
Configurar el modo de dibujo. - se usará el modo escalado



Determinar el fluido a modelar y la ecuación de pérdida

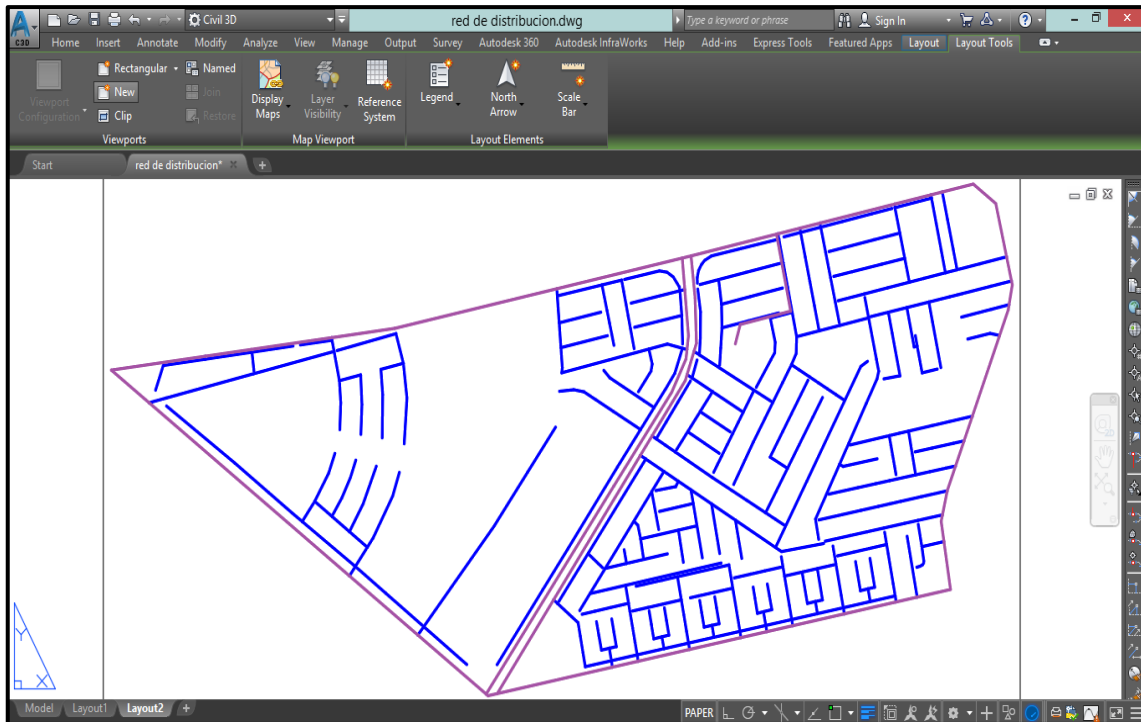


Configurar los prototipos



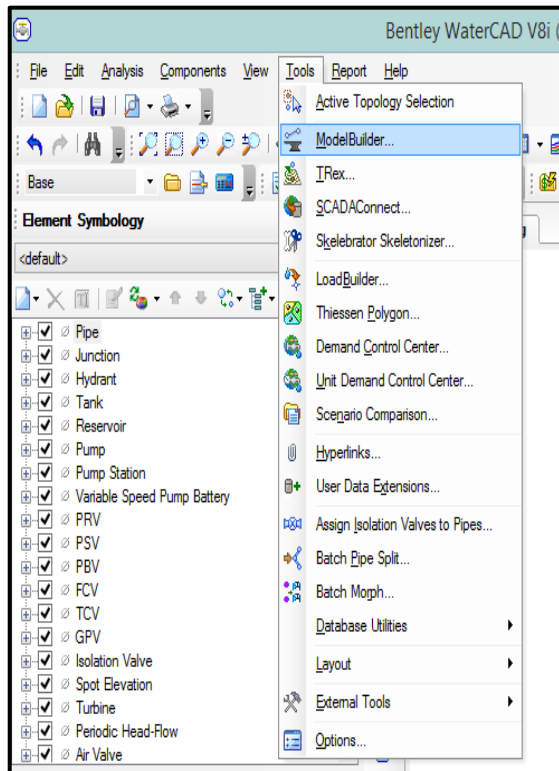
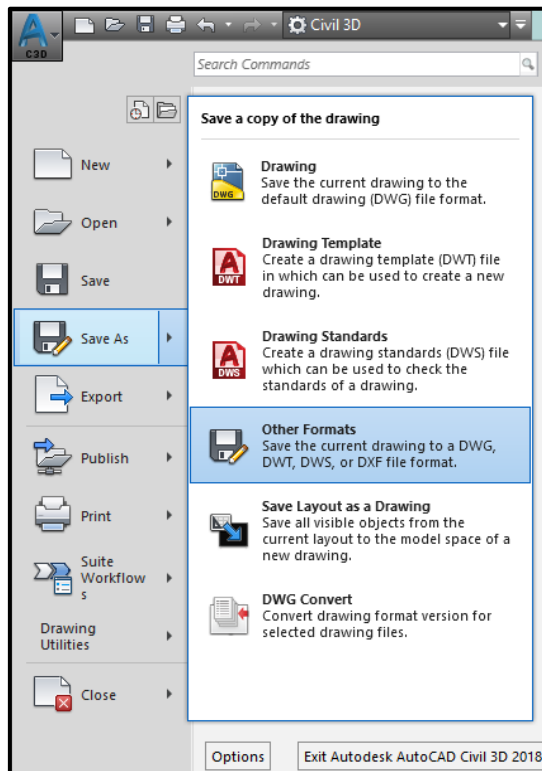
2. TOPOLOGÍA

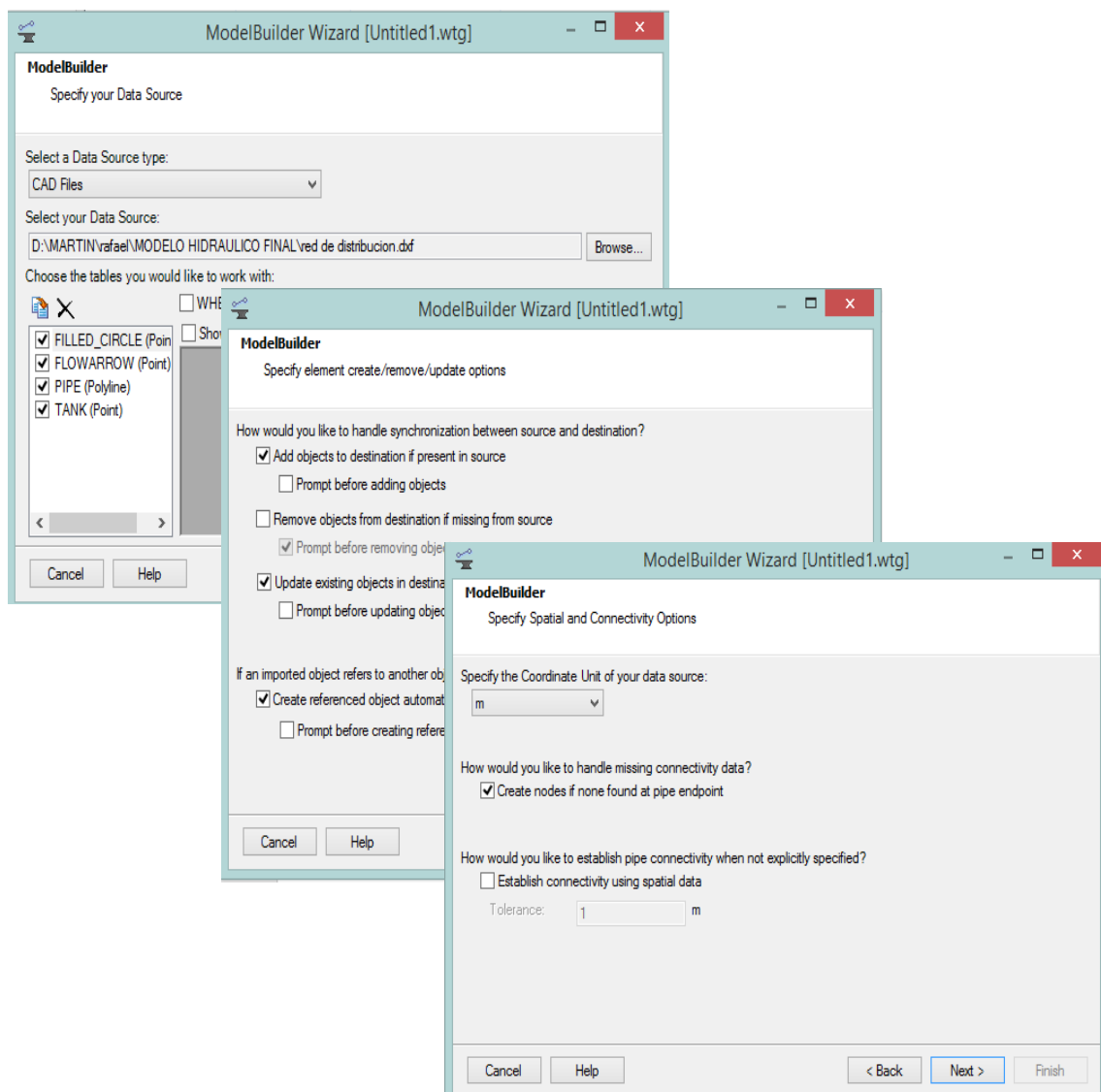
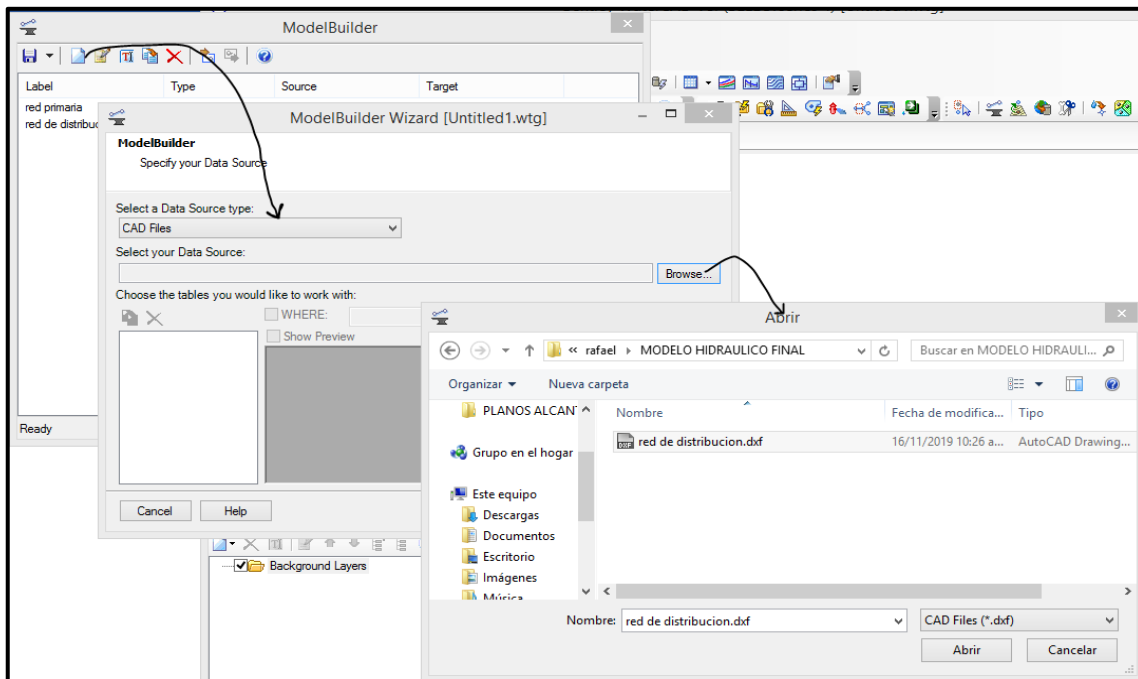
Se dibuja la topología en el programa autocad

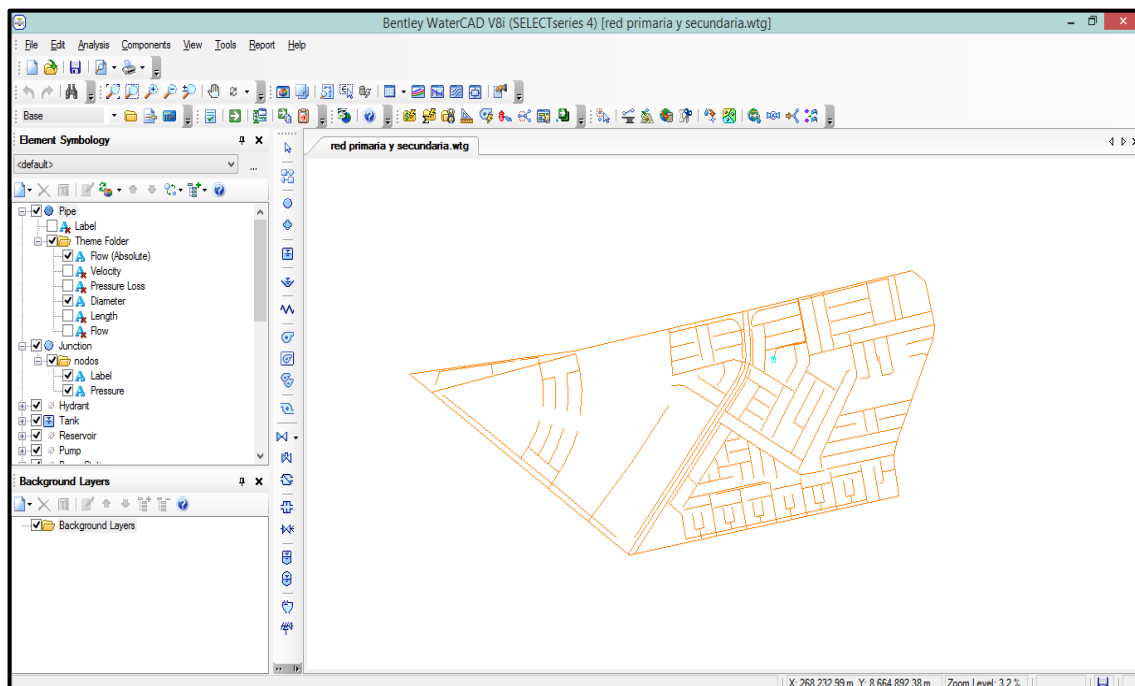
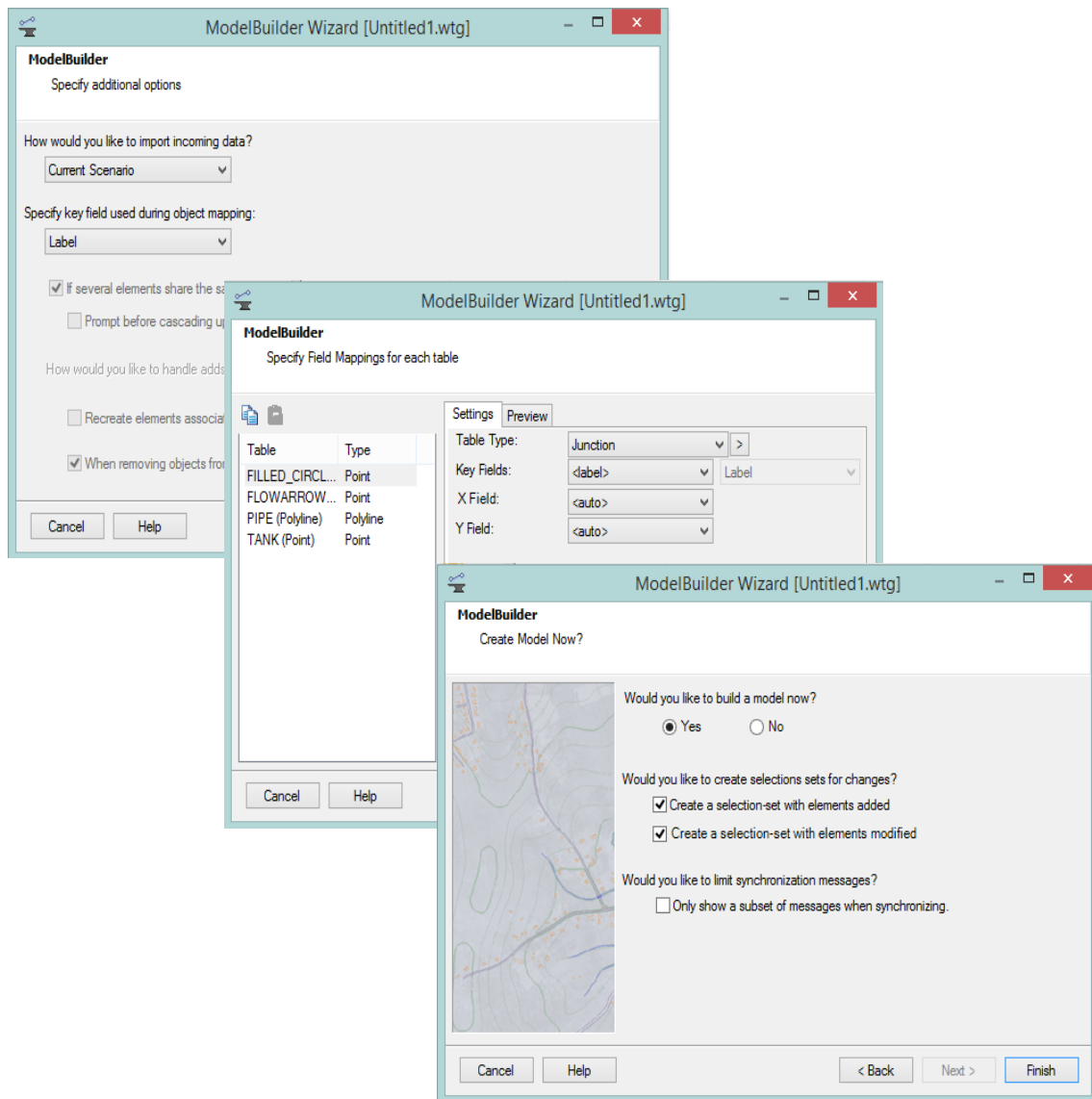


Se guarda en un archivo .dxf. Las tuberías se dibujan como líneas que inician y acaban en un nodo.

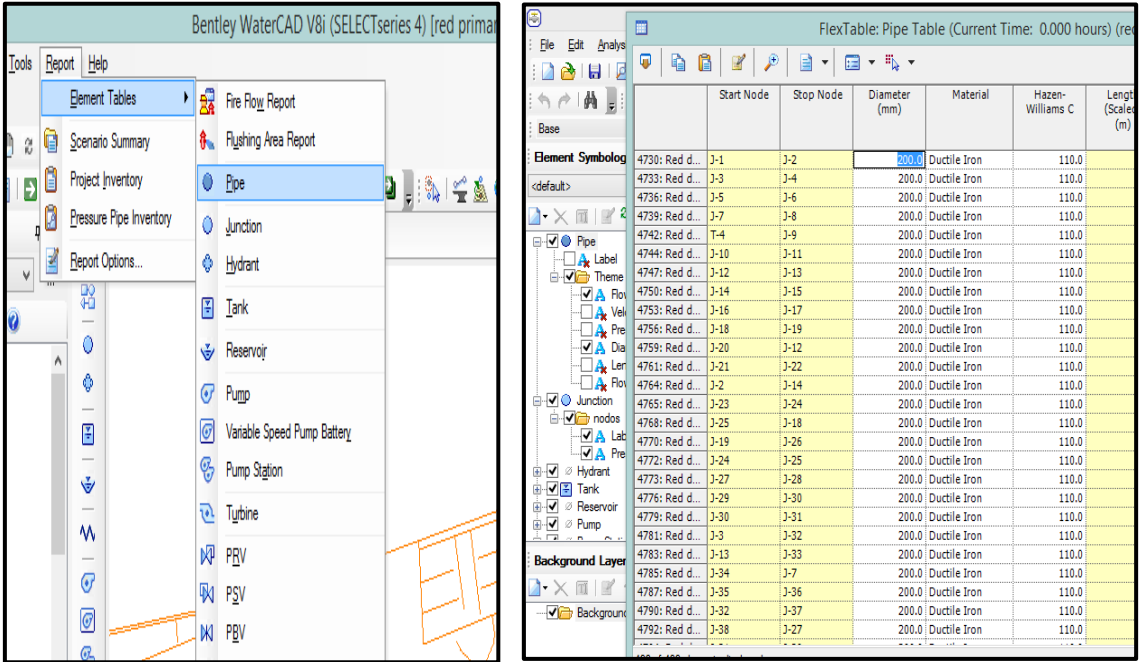
Importación de la topología mediante la herramienta ModelBuilder.





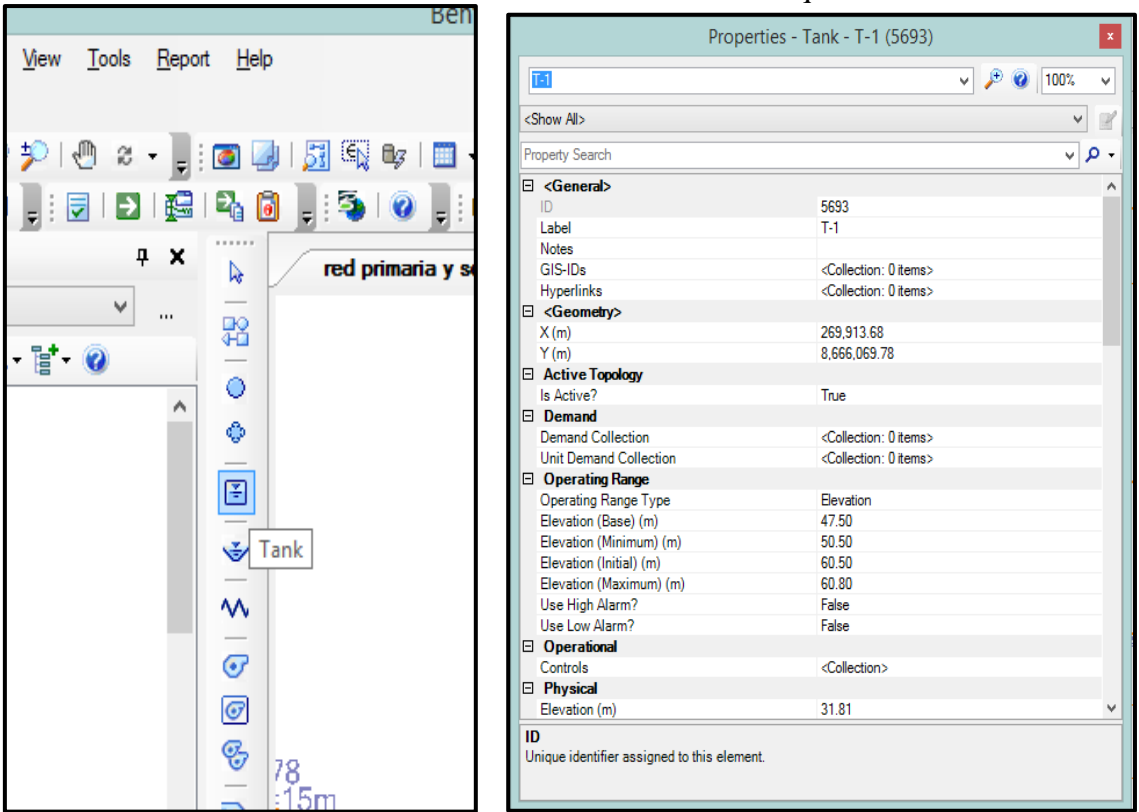


Asignación de diámetros a las tuberías



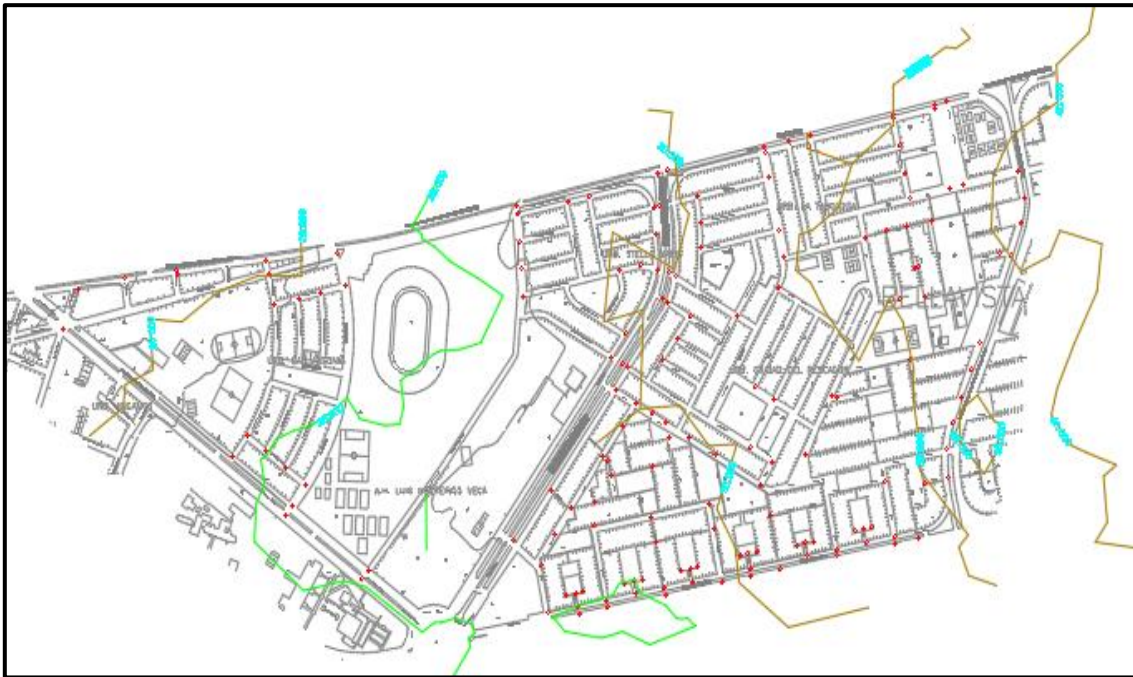
Asignación de tanque

Se selecciona el nodo en donde se encontrará el tanque. Para dar las características al tanque hacer doble click en el tanque.

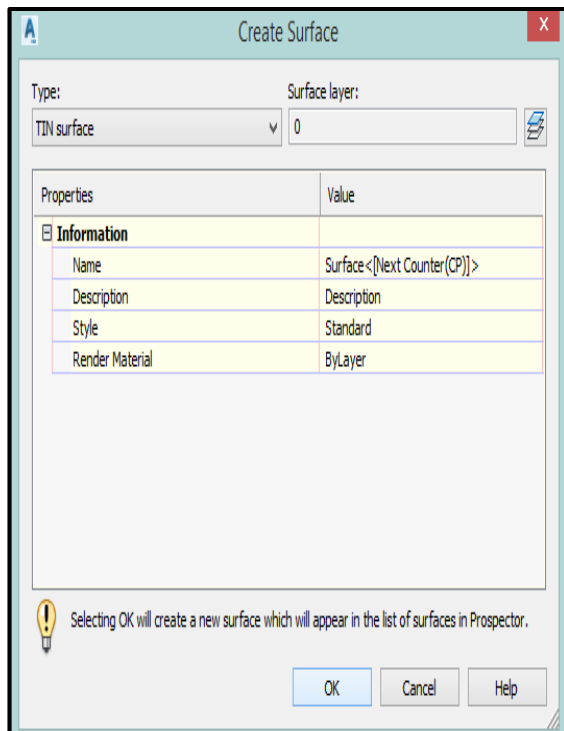
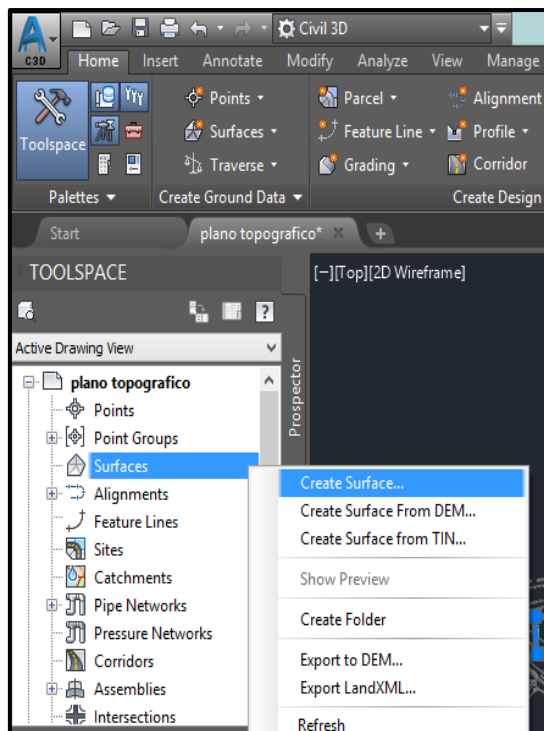


3 EXPORTACIÓN DE CURVAS DE NIVEL AL PROGRAMA WATERCADO

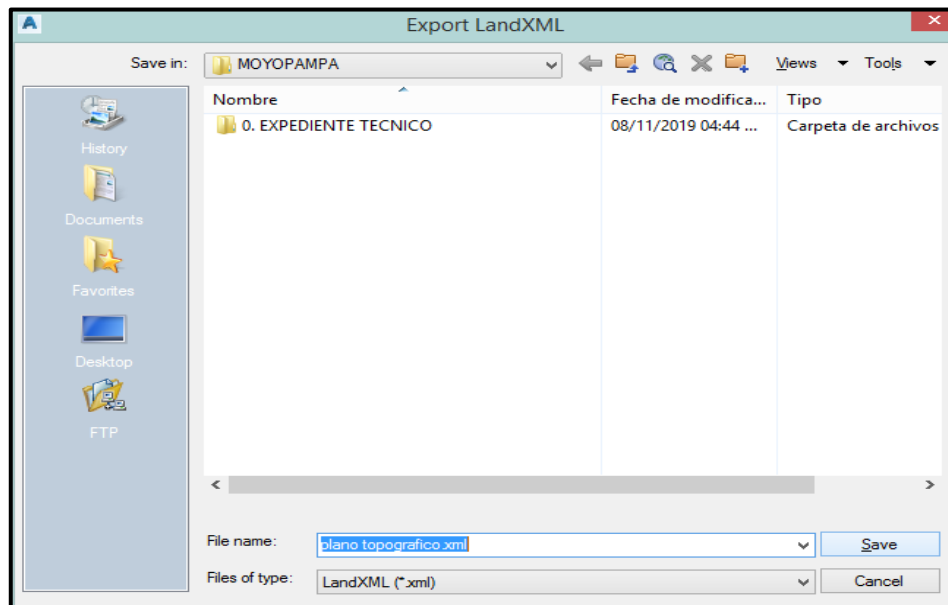
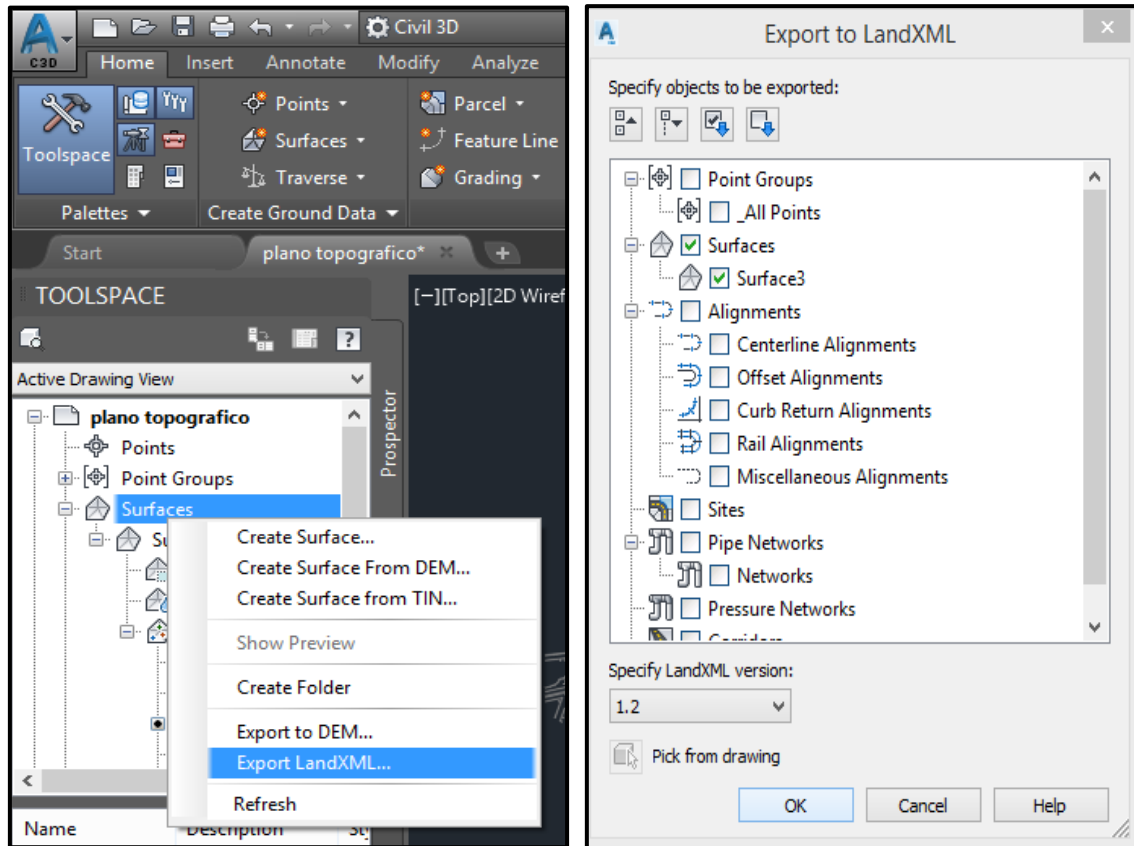
Obtener las curvas de nivel



A partir de las curvas de nivel crear una superficie en el programa Civil3D

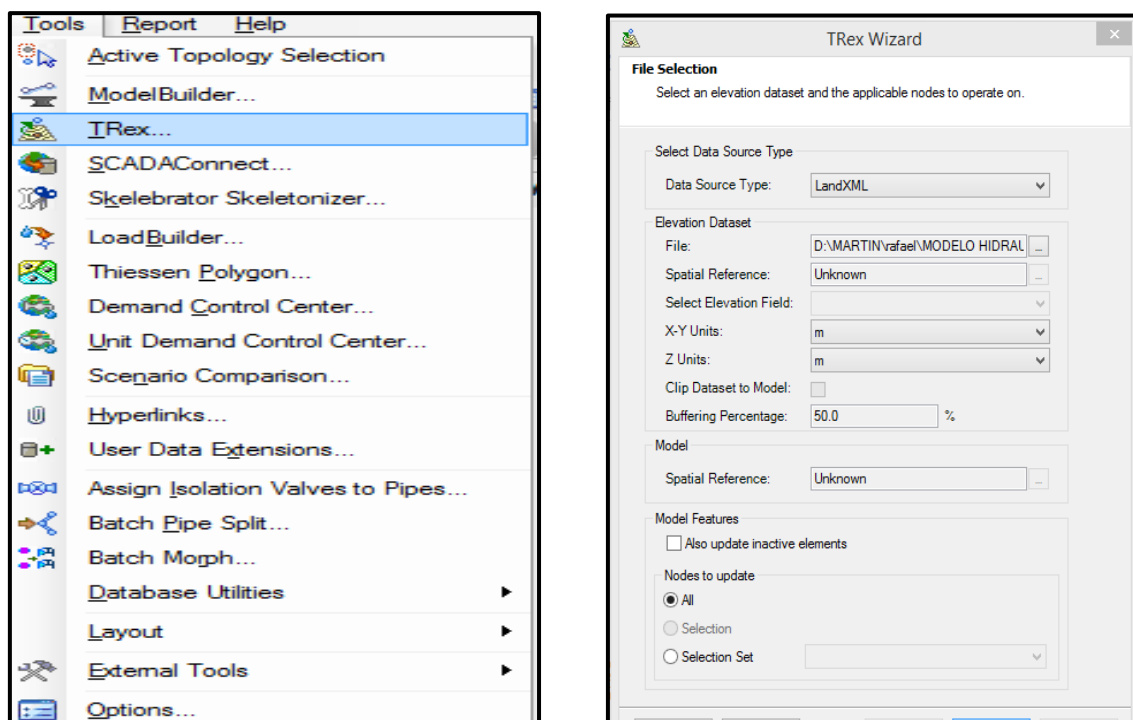


Una vez creado la superficie se exporta como un archivo landxml

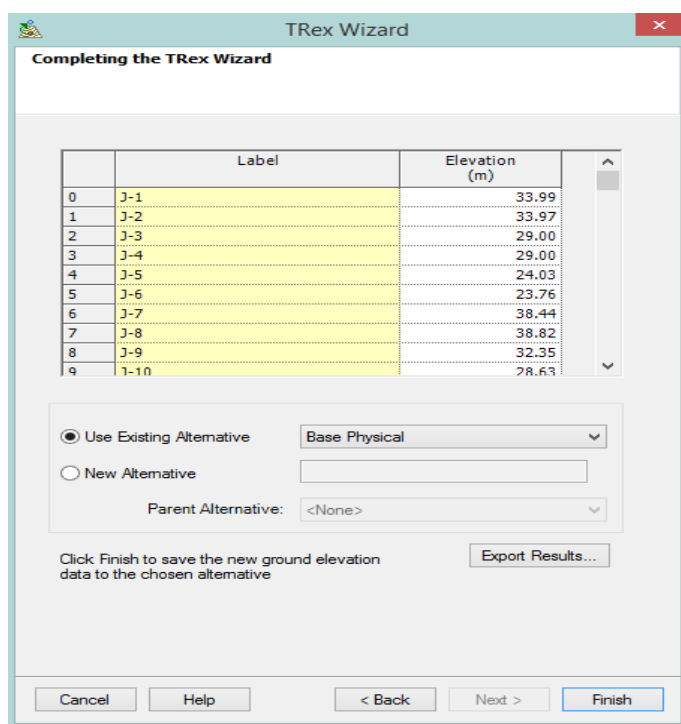


4 ASIGNACIÓN DE ELEVACIÓN A LOS NODOS

Para asignar una elevación a los nodos a partir del archivo landxml

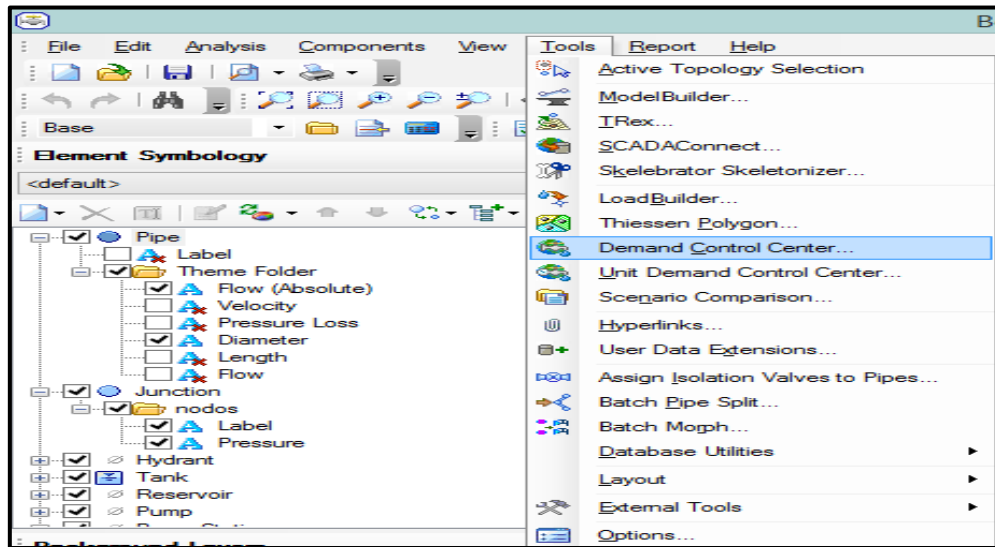


Seleccionas los puntos que a las que se desea asignar elevación

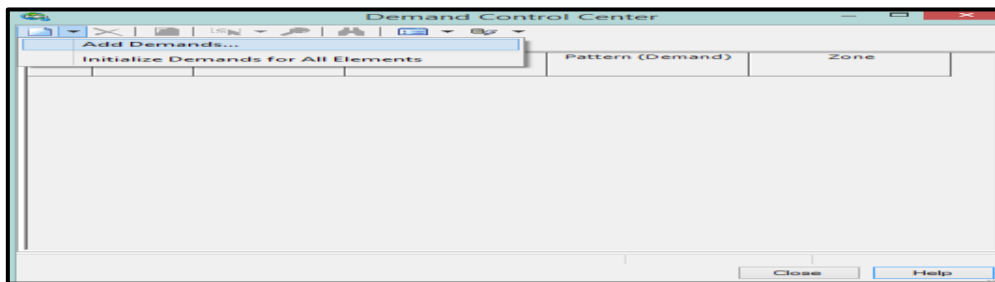


5 DEMANDA POR CADA NODO

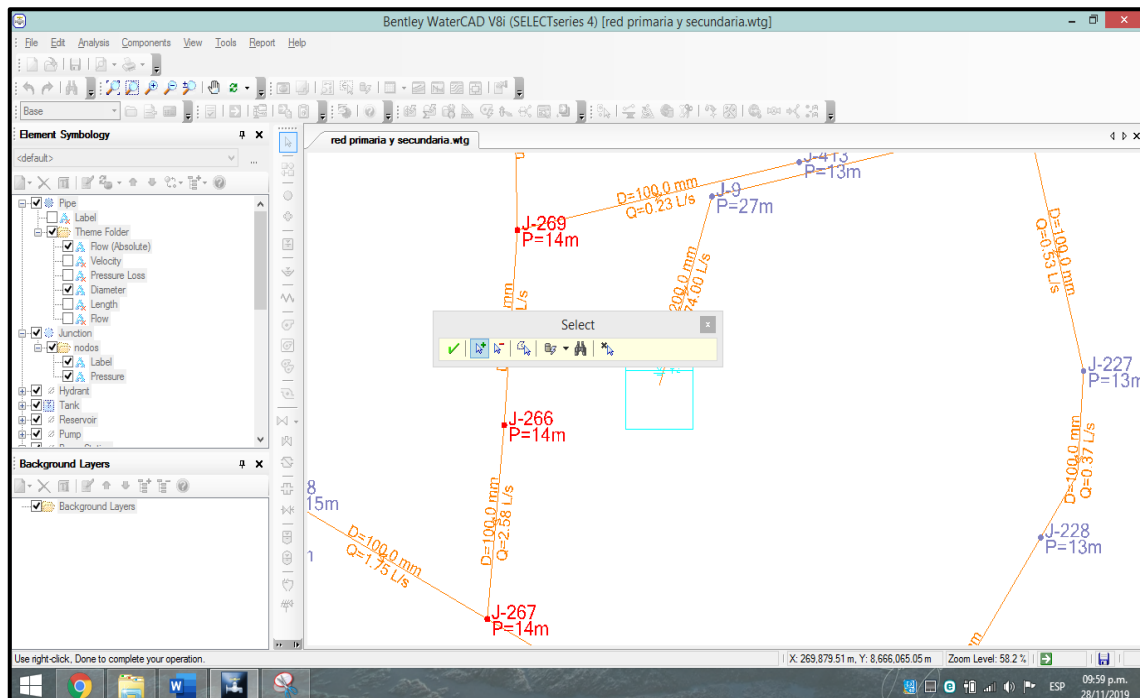
Para la demanda por cada nodo se usará el Demand Control Center



Adicionamos demandas



Seleccionas los nodos que tendrán una demanda y le das check



Colocas la demanda. Luego se puede modificar

Si es necesario se cambia

Apply Demand and Pattern to Selection

Demand: L/s

Pattern:

OK Cancel Help

Demand Control Center

	ID	Label	Demand (Base) (L/s)	Pattern (Demand)	Zone
1	5217	J-266	3.00	Fixed	<None>
2	5218	J-267	3.00	Fixed	<None>
3	5222	J-269	3.00	Fixed	<None>

En el caso de este modelo, cada nodo tenía un caudal proporcional al área al aporta agua. Obtenido de los polígonos de Thiessen

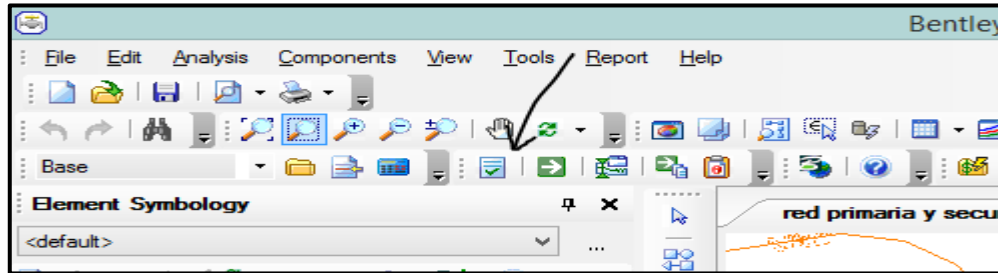
Unit Demand Control Center

	ID	Label	Number of Unit Demands	Unit Demand	Demand (Base) (L/s)	Pattern (Demand)
1	4743	J-9	2,958.000	Caudal/area	0.16	Fixed
2	4828	J-48	7,543.000	Caudal/area	0.41	Fixed
3	4830	J-49	1,966.000	Caudal/area	0.11	Fixed
4	4832	J-50	1,384.000	Caudal/area	0.08	Fixed
5	4834	J-51	1,084.000	Caudal/area	0.06	Fixed
6	4835	J-52	1,798.000	Caudal/area	0.10	Fixed
7	4837	J-53	1,879.000	Caudal/area	0.10	Fixed
8	4839	J-54	1,665.000	Caudal/area	0.09	Fixed
9	4841	J-55	3,304.000	Caudal/area	0.18	Fixed
10	4842	J-56	2,069.000	Caudal/area	0.11	Fixed
11	4844	J-57	1,522.000	Caudal/area	0.08	Fixed
12	4845	J-58	813.000	Caudal/area	0.04	Fixed
13	4847	J-59	2,085.000	Caudal/area	0.11	Fixed
14	4849	J-60	1,258.000	Caudal/area	0.07	Fixed
15	4851	J-61	1,602.000	Caudal/area	0.09	Fixed
16	4853	J-62	7,239.000	Caudal/area	0.39	Fixed
17	4855	J-63	4,876.000	Caudal/area	0.27	Fixed
18	4857	J-64	2,074.000	Caudal/area	0.11	Fixed
19	4859	J-65	1,690.000	Caudal/area	0.09	Fixed
20	4860	J-66	1,218.000	Caudal/area	0.07	Fixed
21	4862	J-67	1,614.000	Caudal/area	0.09	Fixed
22	4864	J-68	1,253.000	Caudal/area	0.07	Fixed
23	4865	J-69	6,316.000	Caudal/area	0.34	Fixed
24	4867	J-70	1,664.000	Caudal/area	0.09	Fixed
25	4869	J-71	1,509.000	Caudal/area	0.08	Fixed
26	4871	J-72	1,605.000	Caudal/area	0.09	Fixed
27	4873	J-73	1,513.000	Caudal/area	0.08	Fixed
28	4875	J-74	1,644.000	Caudal/area	0.09	Fixed
29	4877	J-75	1,262.000	Caudal/area	0.07	Fixed
30	4879	J-76	1,326.000	Caudal/area	0.07	Fixed

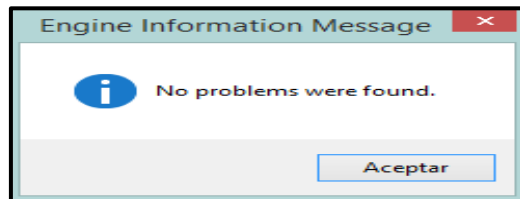
Close Help

6 EJECUCIÓN DE SIMULACIÓN

Primero se valida el modelo

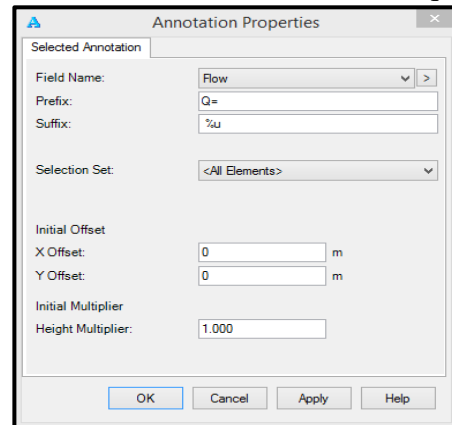
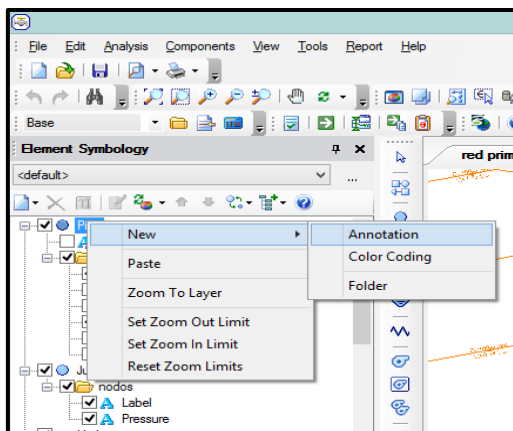


Y debe salir unos mensajes que indica que no se han encontrado problemas. De lo contrario se tiene que arreglar el modelo.



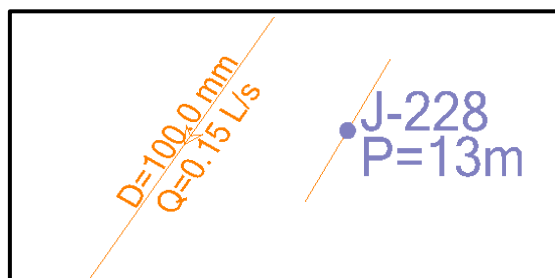
7 PLOTEO DE RESULTADOS

Se le puede dar una serie de etiquetas a las tuberías, a los nodos o al tanque.

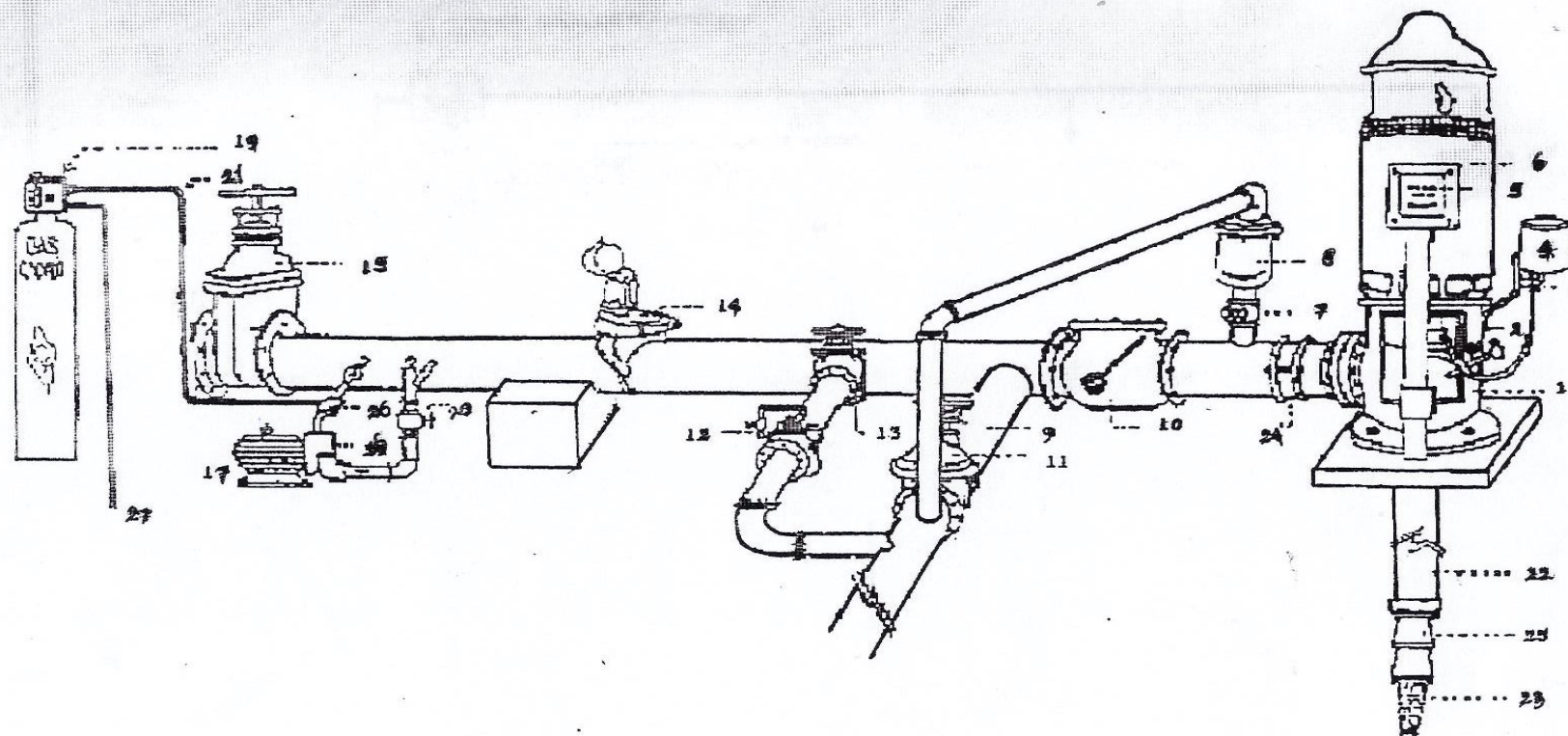


A las tuberías se les ha puesto la etiqueta de caudal y de diámetro. También se pudo haber incluido pérdida de carga, pendiente, velocidad, etc.

A los nodos se le ha etiquetado con el nombre del nodo y con la presión. También se puede incluir cota de terreno, demanda, etc.



EQUIPAMIENTO DE ESTACIONES DE BOMBEO



- 1. LINTERNA
- 2. MANOMETRO 1
- 3. LUBRICADOR AUTOMATICO
- 4. TANQUE DE ACEITE DE EJE
- 5. CAJA DE CONEXIONES
- 6. MOTOR ELECTRICO
- 7. VALVULA COMPUERTA (AIRE)

- 8. VALVULA DE AIRE
- 9. TUBERIA DE PURGA
- 10. VALVULA CHECK
- 11. VALVULA DE COMP. DE PURGA
- 12. VALVULA DE ALIVIO
- 13. VALVULA DE COMP. DE ALIVIO
- 14. MEDIDOR DE CAUDAL

- 15. VALVULA COMPUERTA LINEA IMPULSION
- 16. VALVULA COMPUERTA DEL CLORINADOR
- 17. ELECTROBOMBA P/EQUIPO CLORINADOR
- 18. MANOMETRO 2
- 19. DOSIFICADOR DE CLORO
- 20. INYECTOR DE CLORO
- 21. TUBERIA PVC P/CLORO

- 22. CUERPO IMPULSOR
- 23. CANASTILLA
- 24. DRESSER
- 25. BOMBA
- 26. BOMBA P/CLORINACION
- 27. TUBERIA PVC DREN

Anexo 11: Panel fotográfico del reservorio de la Urbanización Taboadita – Bellavista – Callao.



Anexo 12: Panel fotográfico de la estación de bombeo de la Urbanización Taboadita – Bellavista – Callao.



Anexo 13: Panel fotográfico del sistema eléctrico de la estación de bombeo de la Urbanización Taboadita – Bellavista – Callao.



Anexo 14: Plano del reservorio elevado tipo cabecera de 800m³ de la Urb. Taboadita – Bellavista – Callao.

Anexo 15: Plano de lotización de la la Urb. Taboadita – Bellavista - Callao

Anexo 16: Plano de instalaciones de redes Primarias de la Urb. Taboadita – Bellavista – Callao.

Anexo 17: Plano de instalaciones de redes Secundarias de la Urb. Taboadita – Bellavista - Callao

Anexo 18: Plano de polígono de Thiessen en la que cada polígono representa el área de influencia de un nudo.

Anexo 19: Plano Topográfico.